Die

Araeometrie

in ihrer

Anwendung

auf

Chemie und Technik

von

P. T. Meissner,

Professor der speciellen technischen Chemie am k. k. polytechnischen Institute in Wien.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Erster Theil.

Wien 1816.

Auf Kosten des Verfassers.

Gedruckt bey den P. P. Mechitaristen.

Der Wahrheit sich nahe zu wissen,
Ist besser, als — ganz sie vermissen. —

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Seiner

Hoch- und Wohlgeboren

dem

hochgelehrten

Herrn Herrn

ANDREAS JOSEPH FREYH. v. STIFFT,

Ritter des königl. Ungarischen Ordens vom heil. Stephan, kaiserl. königl. wirklichem Staats- und Conferenz-Rathe, Sr. kaiserl. königl. apostol. Majestät erstem Leibarzte, Protomedicus des sämmtlichen Sanitäts-Wesens, und beständigem Director der medicinischen und chirurgischen Studien in den k. k. Oesterreichischen Erbländern, Präses der medicinischen Facultät in Wien, mehrerer gelehrten Gesellschaften zu London, Petersburg, Venedig, Padua, Erlangen u. s. w. und der k. k. medicinisch-chirurgischen Josephs-Akademie zu Wien Mitgliede

als

ein geringes Merkmahl

der

innigsten Verehrung

gewidmet

von dem Verfasser.

Hoch- und Wohlgeborener Freyherr!

Verehrungswürdigster Herr Staats- und Conferenz-Rath!

In dem Werke, welches ich Euer Hochwohlgeboren gegenwärtig ehrfurchtsvoll überreiche, habe ich es versucht, einige, dem angehenden Chemiker, wie dem Pharmazeuten und Techniker, bey dem neuesten Zustande der Chemie, gleich unentbehrliche, physikalisch-mathematische Vorbegriffe in der Form einer eigenen Wissenschaft zusammen zu fassen; und ich schmeichle mir, zu diesem Unternehmen durch mehrjährige Bemühungen und eigene Erfahrung einiger Maßen berufen gewesen zu seyn.

Wenn ich jedoch die bescheidene Hoffnung nähren darf, daſs dieser Versuch auf einer Seite dem medicinischen Publico willkommen seyn werde, und wenn demselben vielleicht andererseits auch unter den Erstlingen des polytechnischen Institutes aus dem Grunde eine ehrenvolle Stelle angewiesen werden sollte, weil durch seinen Inhalt einige Aufgaben jetzt schon beantwortet sind, deren Lösung, nach den weisen und wohlthätigen Absichten unsers allergnädigsten Kaisers und Herrn, zu den Zwecken dieses Institutes gehören dürfte, aber, der Natur der Sache nach, nur nach Jahren erfolgen könnte;

so verdanke ich dennoch beydes Euer Hochwohlgeboren; denn nie würde ich, unter der Last verhängnifsvoller Umstände erliegend, diese mit so vieler Mühe und mit einem eilfjährigen Zeitaufwande verknüpft gewesene Arbeit zur Vollendung gebracht haben, wenn sich mein Fleifs nicht Jahre lang Hochdero eben so liebevollen als aufmunternden Pflege und Sorgfalt hätte erfreuen können.

Genehmigen Euer Hochwohlgeboren daher, dafs ich diejenigen Gefühle von Dankbarkeit und Verehrung, die ein solches Verhältnifs unwillkührlich erzeugen mufs, auch vor den Augen der Welt an den Tag lege, indem ich Hochdenselben dieses Werk mit jener unbegränzten Ehrfurcht widme, mit welcher ich die Ehre habe zu verharren

Euer Hoch- und Wohlgeboren!

unterthänigster Diener

P. T. Meifsner.

Vorerinnerung.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dafs die Chemie in der letzten Hälfte des jüngst verflossenen Jahrhunderts durch ihre auffallend raschen Fortschritte manche ältere Wissenschaft ereilt, und dabey sich selbst, von der Stufe einer im höchsten Grade empyrischen Kunst, zum Range einer eben so schönen, als interessanten und überaus nützlichen Wissenschaft empor geschwungen hat. Mehrere Sehriftsteller wollen die Ursachen dieses plötzlichen Ueberganges in den damahligen politischen Verhältnissen Europens suchen, indem sie die Menge durch jene Verhältnisse erzeugter neuer und dringender Bedürfnisse als die wichtigste Triebfeder dieser Fortschritte ansehen. Untersuchen wir aber alle Umstände mit Sorgfalt, und gehen wir dabey mit Sachkenntnifs und unparteyisch zu Werke, so finden wir diese Meinung keinesweges bestätiget; sondern wir erlangen sehr bald die volle Ueberzeugung, dafs der Keim zu jenen edeln Früchten, im wohlthätigen Schatten der Friedenspalme, früher schon gelegt worden, und nur seit jenem Augenblicke zur Reife gediehen ist, in welchem die Mathematik auch auf chemische Lehren einzuwirken angefangen hat.

In der früheren Zeit beurtheilte man alle chemischen Erscheinungen nur qualitativ, nicht aber quantitativ, d. i., man beobachtete zwar sehr sorgfältig die besonderen Eigenschaften der Körper, und die Art der Wirkung, die sie gegen einander äufserten; man nahm aber dabey weder auf die Gröfse dieser Wirkung, noch auf die Gröfse der wirkenden Massen, noch auf die Gröfse der daraus folgenden Resultate gehörige Rücksicht. Bequem, und den Schöpfern neuer Systeme und Hypothesen vorzüglich günstig, war diese Methode allerdings; denn man konnte jede Erscheinung auf jede beliebige Weise erklären, und jedem gewählten Systeme mit geringer Mühe anpassen. Dabey blieb aber die Chemie Jahrhunderte hindurch auf einer niedrigen Stufe der Ausbildung stehen; die ganze chemische Lehre beschränkte sich auf eine Sammlung unvollständiger und schwankender Recepte; und manche wichtige Entdeckung, die dem Chemiker unter andern Umständen als sicherer Leitstern hätte dienen können, wurde ein gelehrter Irrwisch, der ihn früher oder später in ein Heer von Widersprüchen verwickelte, und endlich in dem Sumpfe einer gränzenlosen Ideen-Verwirrung stecken liefs.

Bergmann war der Erste, der den Muth und die Kraft hatte, diesem Uebel mit gutem Erfolge entgegen zu arbeiten, indem er die Anwendung der Gröfsenlehre auf chemische Potenzen versuchte. Ihm folgten bald *Kirwan*, *Black*, *Wenzel*, *Guyton-Morveau* und mehrere andere grofse Chemiker, und endlich in der neueren Zeit *Dr. J. B. Richter.* Dieser überaus scharfsinnige Gelehrte unternahm es zuerst, die Beziehung mathematischer Lehrsätze auf chemische Gegenstände in ein System zu bringen, und, unter dem Nahmen der *Stöchyometrie*, durch ein eigenes Lehrbuch gemeinnützig zu machen. Auch ihm fiel indessen das gewöhnliche Loos grofser Geister. Er hatte seinen Zeitgenossen zu viel auf ein Mahl gegeben; und der erste Erfolg seiner rastlosen Bemühungen konnte daher kein anderer seyn, als dafs er selbst fast allgemein verkannt, und sein Werk von wenigen gelesen, von noch wenigern verstanden, und von vielen, ungelesen

und unverstanden, getadelt und verworfen wurde. Die Arbeiten dieses unvergleichlichen Mannes waren jedoch viel zu reich an innerem Gehalte und an Originalität, als dafs sie, selbst bey dieser ungünstigen Aufnahme, hätten in Vergessenheit gerathen können. Die fähigsten Köpfe unter den Chemikern der neuesten Zeit gründeten vielmehr, wenige Jahre nachher, auf die von ihm aufgestellten Wahrheiten ihre neuen chemischen Systeme; und obwohl nicht alle die Urquelle ihrer Weisheit mit gleicher Offenheit angezeigt haben, und obwohl *Richter* — dessen irdische Hülle bereits der Verwesung überlassen ist — diese Genugthuung nicht erleben konnte, so ist es dennoch gewifs, dafs sein Geist, wenn auch nicht über Alle, doch über Viele gekommen ist: der unterrichtete Forscher findet denselben wenigstens allenthalben wieder; er findet ihn eben so wohl in der neuen Verwandtschaftslehre *Berthollet's*, als in den chemischen Verhältnissen *Davy's* und *Berzelius*, in den Atomen *Dalton's* und in den chemischen Aequivalenten *Wollaston's*.

Eine neue Epoche in der Chemie — vielleicht die merkwürdigste unter allen — hat begonnen, und täglich mehrt sich die Neigung zur mathematischen Ordnung in allen Theilen der chemischen Wissenschaft. Vorzüglich wirksam sehen wir diese Tendenz in jenen Arbeiten, die von den würdigsten Chemikern unserer Zeit auf eigene Erfahrungen über einzelne Zweige der Chemie gegründet worden sind. Minder thätig finden wir sie in den systematischen Lehrbüchern selbst der verdienstvollsten Gelehrten; denn kein menschlicher Geist vermag alles zu umfassen, und obgleich solche Werke die Resultate aller bisherigen Erfahrungen in sich begreifen, so müssen sie dennoch, bey der Fülle roher Materialien, auch manches Schwankende in so lange behalten, als noch nicht alle Zweige der Wissenschaft monographisch bearbeitet sind. Am wenigsten endlich dürfen wir solche Vorzüge in den Büchern jener Autoren suchen, die, bey Erfahrungswissenschaften, heute ein Compendium studieren, und morgen schon, kaum der Schule entwachsen, ein anderes schreiben; denn diese Universal-

Männer sind, da ihnen eigene Erfahrung fehlt, und da es sich hierbey gleichwohl um Sachen und nicht um Worte handelt, am Ende nothgedrungen, in das große Glücksrad zu greifen, und auf's Gerathewohl zu nehmen, was ihnen das Beste dünket; wobey dann freylich, zum Schaden des Lernbegierigen, so manche Niete gezogen wird. Auch solche werke müssen indessen, bey den allgemeinen Fortschritten, täglich mehr gedeihen; denn ist nur einst die Flur an lieblichen Blüthen reich, so fehlt es auch den Heerbienen, wie den Drohnen, an süßem Honig nicht. —

So erfreulich nun aber diese Aussichten in die Zukunft auf der einen Seite sind, so niederschlagend sind sie auf der andern. Der Lehrer der Chemie glaubt gewöhnlich seinen Wirkungskreis zu überschreiten, wenn er sich auf dis Erklärung der mathematischen Anfangsgründe und ihrer Anwendung auf die Chemie einlassen würde; auch gebricht es ihm wohl hierzu, bey der großen Menge anderer Gegenstände, die er in dem kurzen Zeitraume eines Schuljahres abzuhandeln hat, an Zeit, und er ertheilet daher seinen Zuhörern diesen überaus wichtigen Unterricht nicht. Aus weit triftigeren Gründen unterlassen dieses auch die Lehrer der *Physik* und Mathematik, deren Vorlesungen über dieß von den Schülern der Chemie sehr selten besucht werden; und so kommt es dann, daß das große chemische Publicum, dem es ganz eigentlich obliegen würde, die chemischen Lehren im gemeinen Leben und auf die Bedürfnisse der menschlichen Gesellschaft anzuwenden, selbst in den ersten mathematischen Anfangsgründen gar nicht unterrichtet ist, und also das Vorzüglichste unter allem, was unsere neuen chemischen Werke enthalten, nicht gehörig benutzen kann, ja schon an dem ersten besten Dezimal-Bruche, der irgend ein spezifisches Gewicht oder Massenverhältniß bezeichnet, unerklärbare Räthsel und unübersteigliche Hindernisse findet. Der dießfällige Mangel an Einsicht ist — warum sollte man es läugnen? — weit größer und allgemeiner, als man glauben möchte. Zwar läßt sich derselbe auch eben so leicht entschuldigen; denn es fehlt bloß deßwegen an Einsicht, weil es an Unterricht gefehlt

hat. Allein darum ist die Lücke in dem wissen des praktischen Chemikers nicht minder bedeutend, darum werden die Uebel, welche aus solcher Unkunde entspringen, nicht weniger schädlich; und wir sehen es täglich, wie der Pharmazeute der ausübenden Medicin weniger ist, als er, besser unterrichtet, ihr seyn könnte, und, wie der Fabrikant so manchen Schaden erleidet, den er vermeiden würde, so manches Fabrikat nicht zu Stande bringet, welches er jederzeit mit Vortheil erzeugen könnte, wenn er die wahre Menge der wirksamen Masse in den Stoffen seiner Bearbeitung auszumitteln fähig wäre.

Jene Lücke ausfüllen zu helfen, und dadurch diesem Uebel zu begegnen, ist der Zweck des vorliegenden Werkes. — Ich habe mich zu dem Ende in demselben auf die ersten Anfangsgründe der Anwendung mathematischer Lehren bey der chemischen Praxis, eingeschränkt, und diese nach einer leicht faſslichen Weise vorzutragen gesucht; damit auch der alle Vorbereitung entbehrende Anfänger des Unterrichts theilhaftig werden könne. Der einsichtsvollere Leser wird diese Einrichtung nicht tadeln, da ihn ein vollständiges Inhaltsverzeichniſs in den Stand setzet, alle ihm bereits bekannte Lehren übergehen, und bloſs die neuen und mir eigenthümlichen Arbeiten heraus heben zu können. Ich habe ferner meinen Gegenstand einiger Maſsen historisch behandelt, in der Ueberzeugung, daſs dieſs der bequemste Weg sey, den Leser mit allen jenen so verschiedenen Methoden und Ansichten vertraut zu machen, die demselben in den Werken der ältern, mittlern und neueren Zeit vorkommen können. Auch habe ich bey der Lehre vom spezifischen Gewichte den Druck der Atmosphäre nicht in Anschlag gebracht, weil die Erörterung der aus demselben entspringenden Differenzen, die aber viel zu unbedeutend sind, als daſs sie jemahls bey der chemischen Praxis in Rechnung kommen könnten, den ersten Unterwicht ohne irgend einen Nutzen erschwert und weitläuftiger gemacht haben würde. Und endlich habe ich einen Titel gewählt, welcher den Inhalt dieses Werkes vielleicht nicht ganz vollständig bezeichnet; allein man wird

finden, daſs alle, durch das Wort „*Araeometrie*" nicht ausgedruckten Theile desselben sehr füglich als wesentliche Vorbereitungslehren, oder als Resultate der Anwendung dieser Wissenschaft anzusehen sind.

Dieses glaubte ich dem gelehrten Publicum vorerinnern zu müssen, von welchem ich mich eines solchen liberalen Urtheils versehe, wie dieſs jeder Bearbeiter eines verwahrlosten, also gewisser Maſsen neuen Gegenstandes in Anspruch nehmen darf. Ich betrachte übrigens mein Werk selbst noch als ein Skelett, dessen vollständigere Bekleidung ich mir vorbehalte, aber auch jedem andern fleiſsigen Arbeiter gern zugestehe. Sollte es mir gelingen, durch diesen Versuch dahin zu wirken, daſs im groſsen chemischen Publico vielen die Benützung der neuesten chemischen Erfahrungen erleichtert, und mancher, durch voreiliges Vertrauen auf leere am Schreibtische erzeugte Speculationen entstehende Schaden verhüthet würde, so habe ich nicht vergeblich gearbeitet. Gelänge es mir aber, auch noch hier und da einen kraftvollen Jüngling zum ernstlichen Studium der Mathematik in chemischer Hinsicht, und zur sorgfältigen Untersuchung jener Schätze, welche jetzt noch in dem Nachlasse des unvergeſslichen *Richter* verborgen liegen, aufzuregen; so wäre mein schönster Wunsch erreicht, meine Mühe belohnt. —

Wien im Januar, 1816.

Der Verfasser.

I n h a l t.

Seite

Einleitung 1

E r s t e r A b s c h n i t t.

Kurzgefafste Anleitung zur Rechnung mit Dezimal-Brüchen.

A. Erklärung einiger bey Rechnungen vorkommenden Zeichen 3
B. Von den Dezimal-Brüchen. *Characteristica. Dezimal-Stellen. Dezimal-Punkt* . 4
a) *Verwandlung* gemeiner Brüche in Dezimal-Brüche 6
Unvollständige Dezimal-Brüche 7
Abkürzung der Dezimal-Brüche 8
b) *Adition* der Dezimal-Brüche —
c) *Subtraktion* der Dezimal-Brüche 9
d) *Multiplikation* mit Dezimal-Brüchen 10
1. — — der Dezimal-Brüche mit ganzen Zahlen —
2. — — — — — — Dezimal-Brüchen —
— — durch Versetzung der Characteristica 11
e) *Division* mit Dezimal-Brüchen —
1. Division der Dezimal-Brüche mit ganzen Zahlen durch Versetzung der Characteristica —
durch Rechnung 12
2. Division ganzer oder gemischter Zahlen mit Dezimal-Brüchen . . . —
mit unvollständigen Dezimal-Brüchen 13
f) *Goldene Regel* mit Dezimal-Brüchen. *Regel de tri* 14
C. Anwendung der Dezimal-Brüche in der Chemie 15
a) *Andeutung der Massenverhältnisse* in zusammen gesetzten Körpern durch Dezimal-Brüche —
Dezimal-Theile des Pfundes —
Tabellen zur Uebersetzung des Pariser Pfundes in Dezimal-Theile und zur Umwandlung der Dezimal-Theile in gemeine Theile. Aehnliche Tabellen für das Oesterreichische Medizinal-Gewicht 17
Andeutung der Massenverhältnisse in allgemeinen Ausdrücken . . . 19
b) *Vergleichung verschiedener Mafse und Gewichte* mit einander durch Dezimal-Brüche 22
Tabellen für diese Vergleichungen 23
Vergleichungs-Tabelle der bekanntesten Medizinal-Gewichte . . . 24
c) *Bezeichnung des spezifischen Gewichtes* durch Dezimal-Brüche 25

Z w e y t e r A b s c h n i t t.

Die Lehre vom spezifischen Gewichte.

A. Erklärung des Begriffes vom spezifischen Gewichte 26
Unterschied zwischen dem spezifischen und absolutem Gewichte . . . 27
B. Bezeichnung des spezifischen Gewichtes durch Dezimal-Brüche 29
C. Von den Mitteln zur Erforschung des spezifischen Gewichtes 32

Seite

a) Erforschung des spezifischen Gewichtes der Körper mit Hülfe der hydrostatischen Wage. Beschreibung der hydrostatischen Wage 32
Gewichtsverlust fester Körper während dem Einsinken in flüssige . . . 33
1. Das spezifische Gewicht einer geistigen Flüssigkeit zu finden . . . —
2. Das spezifische Gewicht einer Säure zu finden 34
3. Das spezifische Gewicht eines im Wasser nicht auflöslichen festen Körpers zu finden 35
4. Das spezifische Gewicht eines im Wasser auflöslichen festen Körpers zu finden 37
5. Das spezifische Gewicht eines festen Körpers zu finden, welcher spezifisch leichter ist als das Wasser 38
6. Das spezifische Gewicht eines porösen Körpers zu finden 39
b) Untersuchung des spezifischen Gewichtes der Körper auf der gemeinen Wage . 41
1. Das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit zu bestimmen 42
2. Das spezifische Gewicht eines in Pulverform gegebenen festen Körpers zu bestimmen 43
3. Das spezifische Gewicht eines festen Körpers zu finden —
4. Von einigen Hülfsmitteln, durch welche man die Erforschung des spezifischen Gewichtes auf der gemeinen Wage zu verschärfen gesucht hat . . . 44
Hombergs Probeglas 45
Das Probeglas mit dem gekerbten Stöpsel 46
J. C. Schmeifsers Instrument zur Bestimmung der spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten —
Dr. Wagenmann's Probeglas 47
Pyknometer des Verfassers —
5. Bestimmung des spezifischen Gewichtes der *Gasarten* 49
c) Bestimmung des spezifischen Gewichtes durch andere Hülfs-Instrumente . . . 50

Dritter Abschnitt.

Anwendung der Lehre vom spezifischen Gewichte auf die Chemie und andere Wissenschaften und Künste.

A. Beurtheilung des absoluten Gewichtes und des Volumens der Körper nach ihrem spezifischen Gewichte 51
a) Aus dem spezifischen Gewichte das absolute Gewicht eines Körpers zu berechnen 52
b) Aus dem spezifischen Gewichte das Volumen eines Körpers zu folgern . . —
c) Den kubischen Inhalt eines Gefäfses zu finden 53
d) Gefäfse zur Abmessung der Flüssigkeiten zu gradiren —
e) Aus dem Volumen und spezifischen Gewichte der Gasarten ihr absolutes Gewicht zu folgern 54
B. Das spezifische Gewicht der Körper als Kennzeichen ihrer Echtheit . . . 55
Tabellen über die spezifischen Gewichte der Körper 56
C. Beurtheilung der *Massenverhältnisse* in zusammen gesetzten Körpern, nach den spezifischen Gewichten der Letztern 57
*Archimedeis*ches *Problem* —
Dasselbe ist auf falsche Voraussetzungen gebauet 58
Mifslungene Versuche dasselbe dennoch anzuwenden. *Parabolische Progressionen* . —
Das *Dilatations-Gesetz* —
a) Beurtheilung der Massenverhältnisse in Mischungen aus *Zinn* und *Bley* . . . 59
Gufsprobe. Bergenstierna's Tabellen 60
Vervollständigung derselbe —
Gegenversuche 61
Neue Tabelle —
Die Beurtheilung der Massenverhältnisse in festen Körpern durch das spezifische Gewicht kann keine scharfen Resultate geben, sondern höchstens nur zur Aproximation führen 62
1. Den Gehalt von Zinn und Bley in der Masse irgend eines Gefäfses zu finden . 63
2. Das Verhältnifs zu finden, in welchem irgend einer Legirung aus Zinn und Bley Zinn oder Bley beyzumischen ist, wenn man ihre Bestandtheile in ein neues bestimmtes Verhältnifs setzen will 64
Zinnverfälschungen 65
b) Erforschung der Massenverhältnisse in Mischungen aus *Schwefelsäure* und *Wasser*. Normal-Flüssigkeit 66
Unterschied zwischen Schwefelsäure aus Schwefel und solcher aus Eisen-Vitriol bereitet.
Tabelle über die spezifischen Gewichte der Mischungen aus Schwefelsäure und Wasser 67

Seite

Ursachen, um derentwillen das spezifische Gewicht der Normal-Säure nicht höher gesetzt worden ist 67
Ob die Beurtheilung der Säuren durch Neutralisation mit Basen schärfer seyn werde? 69
1. Zu erforschen, ob eine zu beurtheilende Säure aus Schwefel oder aus Vitriol erzeugt worden sey 70
2. Die Konzentration einer schwefelsauern Flüssigkeit mit Beziehung auf die Normal-Säure zu finden —
3. Die Menge der in einer schwefelsauern Flüssigkeit enthaltenen reinen sauren Masse auszumitteln 71
4. Mehr und minder konzentrirte saure Flüssigkeiten, in Absicht auf ihren Säuregehalt mit einander zu vergleichen 73
5. Das Verhältnifs zu finden, in welchem mehr und minder konzentrirte Säuren mit einander zu vermischen sind, damit die Mischung irgend einen mittlern Grad der Konzentration erlange. Vermischungsregel 76
c) Erforschung der Massenverhältnisse in Mischungen aus *Salpetersäure* und *Wasser*. Tabellen 77
d) Beurtheilung der Massenverhältnisse in Mischungen aus *Kochsalzsäure* und *Wasser*. Tabellen 79
e) Erforschung der Massenverhältnisse in Mischungen aus *Ammoniak* und *Wasser*. Tabellen —
f) Beurtheilung der Massenverhältnisse in Mischungen aus *Alkohol* und *Wasser* . 81
Lowitz's und *Richters* Versuche —
Eigene Versuche und Tabellen —
1. Beurtheilung geistiger Flüssigkeiten in Mischungsverhältnissen nach dem Gewichte 83
2. Beurtheilung geistiger Flüssigkeiten in Mischungsverhältnissen nach Inhaltsmafsen 85
Hypothetisch spezifisches Gewicht —
α) Das hypothetisch spezifische Gewicht einer Mischung aus Alkohol und Wasser, und die während der Vermischung entstandene Volumens-Veränderung zu finden —
β) In einer geistigen Flüssigkeit das zwischen Alkohol und Wasser vorwaltende Mischungsverhältnifs zu bestimmen 87
γ) Den Alkohol-Gehalt einer geistigen Flüssigkeit nach dem Volumen, das ist, nach Mafsen zu bestimmen —
δ) Den Wassergehalt einer geistigen Flüssigkeit nach dem Volumen zu bestimmen 88
ε) Von minder konzentrirten auf konzentrirtere geistige Flüssigkeiten zu schliefsen 89
ζ) Von konzentrirteren auf minder konzentrirte Flüssigkeiten zu schliefsen . 91
η) Das Verhältnifs zu finden, in welchem zwey geistige Flüssigkeiten von verschiedenem Alkohol-Gehalt nach Mafsen zu vermischen sind, um auf einen beabsichtigten mittlern Grad der Stärke gebracht zu werden 95
Rechtfertigung 99
g) Betrachtungen über die Erforschung der Massenverhältnisse durch das spezifische Gewicht in Mischungen aus *zwey* Bestandtheilen überhaupt 100
h) Ueber die Beurtheilung der Massenverhältnisse in Mischungen aus *drey* und *mehr* Bestandtheilen durch das spezifische Gewicht 101
Ueber die Beurtheilung der Weine —
Ueber die Beurtheilung der Biere 103
Das spezifische Gewicht als Mittel zur Entdeckung der Verfälschungen . . —
Das Dilatations-Gesetz, als Mittel für denselben Zweck 104

Vierter Abschnitt.

Von den Araeometern.

A. *Araeometer mit Gewichten* 107
Systematische Darstellung der Formen, welche diese Instrumente durchgegangen sind —
a) *Fahrenheits Araeometer* 108
Anwendung desselben 109
b) Dasselbe verbessert von *Schmidt* und *Ciarcy* 110
c) *Nicholsons Araeometer* 111
Anwendung desselben zur Erforschung des spezifischen Gewichtes der festen Körper —
d) *Tralles hydrostatische Wage* 114
Gebrauch derselben als gemeine Wage 115
Bestimmung der spezifischen Gewichte mittelst derselben —

Seite

B. *Araeometer mit Gradleitern* 115

a) Beschreibung der bekanntesten Araeometer mit Gradleitern. Systematische Darstellung der Formen, welche diese Instrumente durchgegangen sind 116

1. *Baumé's Araeometer* 123

Mängel desselben 124

Vergleichungstafeln für Baumé's Grade mit den spezifischen Gewichten . . 125

2. *Bentely's* und *Beck's Araeometer* 127

3. *Holländisches Araeometer* —

Vergleichungstafel für einige gleichtheilige Araeometer-Gradleitern . . 128

4. *Richter's Araeometer* —

𝔞. *Alkoholometer* 129

𝔟. *Allgemeine Araeometer* —

Einwendungen gegen die Form von *Richters* Araeometern . . . 130

5. *Alkoholometer nach Lowitz* —

6. *Atkin's Araeometer.* Englischer Probegeist —

7. *Tralles Alkoholometer* 131

8. *Pariser Alkoholometer* 132

9. *Araeometer-Apparat des Verfassers* 133

Gründe für die Beybehaltung gleichtheiliger Gradleitern —

Gründe gegen dieselbe —

Ursachen ihrer Mangelhaftigkeit 134

Vergebliche Versuche derselben abzuhelfen —

Wahl einer neuen Form und Einrichtung, und ihre Vorzüge . . . 136

𝔄. *Allgemeine Araeometer* 138

Ihre Anwendung 139

𝔅. *Besondere Araeometer* oder Procenten-Araeometer —

𝔞. *Schwefelsäure-Messer* 140

𝔟. *Salpetersäure-Messer* —

𝔠. *Salzsäure-Messer* —

𝔡. *Ammoniak-Messer* —

𝔢. *Alkohol-Messer* 141

א. Anwendung der Procenten-Araeometer zur Vergleichung mehr und minder konzentrirter Flüssigkeiten nach Procenten des Gewichtes. . . . —

Tabelle —

ב. Vergleichung mehr und minder konzentrirter Flüssigkeiten nach Procenten des Volumens 144

Tabelle 145

b) *Vergleichung mehrerer Araeometer-Gradleitern* so wohl unter sich selbst als mit dem spezifischen Gewicht 149

Vergleichungstafel —

Anhang.

Von den Thermometern.

A. Beschreibung der bekanntesten Thermometer 154

a) Das *Centesimal-Thermometer* —

b) *Reaumur's Thermometer* 155

c) *Fahrenheit's Thermometer* 156

d) *de l'Isle's Thermometer* —

B. *Anwendung der Thermometer* —

Messung der Temperatur 157

Regulirung der Temperatur —

C. *Vergleichung mehrerer Thermometer-Gradleitern* 158

Vergleichungstafel —

D. Einige allgemeine Bemerkungen über die Gradleitern der Thermometer überhaupt 159

ARAEOMETRIE.

Einleitung.

Araeometrie wird derjenige Zweig der Naturlehre genannt, welcher die relative Dichtheit der natürlichen Körper messen lehret. Die Araeometrie in ihrer Anwendung auf Chemie und Technik begreift also, aufser dieser Lehre, auch noch den Unterricht zu ihrer Anwendung auf alle jene Künste und Gewerbe in sich, die auf chemischen, oft auch mathematischen, Grundsätzen beruhen; und umfasset zugleich die Darstellung der aus ihr für die Ausübung dieser Fächer entspringenden Vortheile.

Da aber kein Weg bekannt ist, auf welchem die Dichtheit der natürlichen Körper unmittelbar gemessen werden könnte; so suchet man diesen Zweck durch ein indirektes Verfahren zu erreichen, indem man das Volumen der Körper und ihr absolutes Gewicht erforschet, und aus dem Verhältnisse, in welchem diese beyden gegen einander stehen, auch ihre Dichtheit folgert. Man nimmt dabey an, dafs ein Körper, der in gegebenen Raume mehr wiegt, als ein anderer, auch mehr Masse enthalte, und dafs folglich in ihm die kleinsten Theilchen der Masse näher an einander gedrängt seyen, als in jenem, d. i., dafs dieser Körper dichter sey, als jener; so wie im Gegentheil ein anderer Körper, der bey gleichem Volumen weniger wiegt, für minder dicht gehalten wird.

Die Araeometrie, oder die Lehre von der Dichtheit der Körper, wird aber durch diesen Umstand auf die Lehre vom absoluten Gewichte in gegebenem Raume, d. i., auf die Lehre vom spezifischen Gewichte zurück geführt. Die Lehre vom spezifischen Gewichte setzet wieder Begriffe von Mafsen und Gewichten, von den Eigenschaften der Wärme, und von jenen Hülfs-Instrumenten voraus, deren man sich sowohl zur Erforschung des spezifischen Gewichtes, als zur Messung der Wärme bedienet. Die Resultate der Anwendung aller dieser Lehren endlich können nicht anders als in Zahlen, und zwar meisten Theils in gebrochenen Zahlen, ausgedruckt werden, und machen daher die Kenntnifs der Rechnung mit Dezimal-Brüchen unentbehrlich.

Ein vollständiger Unterricht über die Araeometrie und ihre Anwendung auf Chemie und Technik zerfällt also, wenn, wie billig, die Kenntnifs der Mafse und Gewichte als allgemein verbreitet vorausgesetzt wird, noch in folgende Zweige der Belehrung; nähmlich in:

1) Die Anleitung zur Rechnung mit Dezimal-Brüchen;

2) die Lehre vom spezifischen Gewichte;

3) die Anwendung dieser Lehre auf Chemie und andere Wissenschaften und Künste;

4) die Lehre von den Araeometern; und in

5) die Lehre von den Thermometern.

Die Anleitung zur Rechnung mit Dezimal-Brüchen wird, da sie die unentbehrlichsten Vorkenntnisse lehret, im ersten Abschnitte dieses Werkes abgehandelt werden. Die Lehre vom spezifischen Gewichte hingegen ist der Gegenstand des zweyten, ihre Anwendung der des dritten, und die Lehre von den Araeometern der des vierten Abschnittes. Die Lehre von den Thermometern endlich wird, da sie blofs das für die gegenwärtige Absicht Nothwendigste und Unentbehrlichste enthalten soll, nur in einem gedrängten Anhange gegeben werden.

Erster Abschnitt.

Kurzgefaſste Anleitung zur Rechnung mit Dezimal-Brüchen.

A. Erklärung einiger bey Rechnungen vorkommenden Zeichen.

§. 1.

$+$ (plus) mehr, ist das Zeichen der Addition, und zeiget, zwischen zwey Zahlen gesetzt, an, daſs diese beyden Zahlen zusammengezählt oder addirt werden sollen. Z. B. $7 + 3$; $11 + 8$, oder: 7 mehr 3; 11 mehr 8; d. i. 7 mit 3 zusammengezählt gibt 10; und 11 zu 8 addirt gibt 19.

$-$ (minus) weniger, das Zeichen der Subtraktion. Es bedeutet, zwischen zwey Zahlen gesetzt, daſs eine von der andern, und zwar die nachfolgende von der vorhergehenden, abzuziehen ist. Beyspiele: $7 - 3$; $11 - 8$; oder: 7 weniger 3 ist 4; 11 weniger 8 ist 3; oder: 3 von 7 abgezogen bleiben 4; 8 von 11 abgezogen bleiben 3.

$\times$ (multiplizirt) vervielfältiget. Das Zeichen der Multiplikation oder Vervielfältigung, welches, zwischen zwey Zahlen stehend, ihre Vervielfältigung durch einander, oder ihre Multiplikation andeutet. Beyspiele. 3×4; 5×10, oder: 3 vervielfältiget durch 4 gibt 12; 4 multiplizirt mit 10 gibt 40. Oft pflegt man auch an die Stelle dieses Multiplikations-Zeichens nur einen Punkt zu setzen, welcher alsdann eben dieselbe Bedeutung hat, und in den vorhergegangenen Beyspielen so gesetzt wird: $3 \cdot 4$; $4 \cdot 10$.

$:$ (dividirt) getheilt. Das Zeichen der Division oder Theilung. Zwischen zwey Zahlen befindlich, zeiget dasselbe an, daſs eine durch die andere, und zwar die vorhergehende durch die nachfolgende, getheilt oder dividirt werden soll. Beyspiele. $8 : 4$; $12 : 2$; oder: 8 dividirt durch 4 gibt 2; 12 getheilt durch 2 gibt 6. Oft wird dieses Zeichen auch gebraucht, um das zwischen verschiedenen Zahlen obwaltende Verhältniſs anzudeuten. Z. B. $3 : 4$ wie $6 : 8$, oder 3 verhält sich zu 4 wie 6 zu 8.

$=$ (aequalis) gleich. Das Zeichen der Gleichheit, welches, zwischen zwey Zahlen gesetzt, die Gleichheit derselben anzeiget. Z. B. $7 + 3 = 10$; $11 - 8 = 3$; $7 \times 3 = 21$; $20 : 5 = 4$; oder mit Worten: 7 mehr 3 ist gleich 10; 11 weniger 8 ist gleich 3; 7 multiplizirt mit 3 ist gleich 21; und 20 dividirt durch 5 ist gleich 4.

Der Gebrauch dieser Rechnungszeichen gewährt, wie man sieht, die gröſste Bequemlichkeit; da durch sie so viele zu schreibende Worte erspart werden, und die Zahlen, auf einen kleineren Raum zusammen gedrängt, leichter zu übersehen sind, wie folgendes Beyspiel lehret:

$$3 \times 2 + 8 - 7 : 2 + 3\tfrac{1}{2} \times 5 + 11 \times 3 = 138.$$

Mit Worten geschrieben erhält man die lange Reihe: 3 multiplizirt mit 2 mehr 8 weniger 7, dividirt durch 2, mehr $3\frac{1}{2}$, multiplizirt mit 5, mehr 11, multiplizirt mit 3 ist gleich 138.

Die Kenntniſs dieser Zeichen, so wie überhaupt der mathematischen Anfangsgründe, ist Jedem, der sich mit chemischen Arbeiten beschäftigen will, um so unentbehrlicher, als die Mathematik auf die Chemie täglich, und zum gröſsten Vortheile dieser Wissenschaft, mehr Einfluſs gewinnt; und er, wenn ihm jene Kenntnisse fehlen, in Zukunft die besten Schriften der neuern Chemie, in ihren vorzüglichsten Theilen, nur halb, vielleicht oft auch ganz und gar nicht verstehen können wird.

B. *Von den Dezimal-Brüchen.*

§. 2.

Jeder Bruch, dessen Nenner eine Einheit mit rechts angehängten Nullen oder 10, 100, 1000, 10000, 100000 u. s. w. ist, wird ein Dezimal-Bruch (zehntheiliger Bruch) genannt; weil er immer aus Zehntheilen oder aus solchen Theilen bestehet, die durch die Multiplikation von 10 mit 10 gebildet werden, d. i. eine Potenz der Zahl 10 sind. Weil aber alle solche Brüche durch zwey über einander stehende Reihen von Ziffern ausgedruckt werden, wie z. B. $\frac{2}{100}$, $\frac{753}{1000}$, $\frac{1020}{10000}$, und eben darum, wenn sie mit einander, oder mit andern Zahlen multiplizirt, oder dividirt, oder von ihnen subtrahirt werden sollen, die Rechnung aufserordentlich weitläuftig machen; so hat man schon in den frühesten Zeiten nach der Vereinfachung ihres Ausdruckes gestrebt, bis es endlich im 15. Jahrhundert dem gelehrten Regiomontanus gelungen ist, die Methode aufzufinden, nach welcher sie nun, weit einfacher, in einer einzigen Reihe von Ziffern ausgedruckt werden können. Man schreibt zu dieser Absicht blofs den Zähler nieder, und setzet ihm so viele Nullen vor, bis er in allem so viel Ziffern enthält, als der Nenner gehabt hat, worauf sich der Letztere sodann schon aus der Anzahl jener Ziffern finden läfst. Die Dezimal-Brüche unterliegen übrigens demselben Gesetze der Numeration, welches auch bey den arabischen Zahlen, deren wir uns im gemeinen Leben bedienen, zum Grunde gelegt worden ist: denn, neben den Einern kommen rechts auf die erste Stelle die Zehntheile, auf die zweyte die Hunderttheile, auf die dritte die Tausendtheile, auf die vierte die Zehntausendtheile u. s. w. zu stehen; und immer haben folglich 10 dieser Theile so viel Werth, als ein Theil auf der nächsten Stelle linker Hand.

§. 3.

Weil diese Brüche oft mit ganzen Zahlen in eine zusammenhängende Reihe geschrieben werden, und überhaupt eine Auszeichnung nöthig ist; so pflegt man sie durch ein Comma, (welches auch die Characteristica genannt wird) von den ganzen Zahlen zu trennen, und setzet, wenn keine Ganzen vorhanden sind, o an ihre Stelle. Eben so füllet man jene Stellen, (Dezimal-Stellen genannt), die bey sehr kleinen Brüchen zwischen dem Zähler und der Stelle der Ganzen stehen, mit Nullen aus; damit man die Entfernung der im Zähler enthaltenen Ziffern von der Characteristica nachzählen, und darnach den Werth des Nenners bestimmen könne.

So drückt man z. B. $\frac{3}{10}$ durch 0,3 aus; das heifst: kein Ganzes, 3 Zehentheile; $4\frac{5}{10}$ durch 4,5, d. i. 4 Ganze und 5 Zehentheile; $\frac{3}{100}$ durch 0,03, d. i. kein Ganzes, kein Zehentheil, 3 Hunderttheile; $\frac{8}{1000}$ durch 0,008, d. i., kein Ganzes, kein Zehentheil, kein Hunderttheil, sondern blofs 8 Tausendtheile; $10\frac{2}{10000}$ durch 10,0002, d. i. 10 Ganze, kein Zehentheil, kein Hunderttheil, kein Tausendtheil und 2 Zehntausendtheile.

§. 4.

Oft setzet man an die Stelle des vorhin beschriebenen Unterscheidungszeichens oben vor die erste Dezimal-Zahl nur einen Punkt, der alsdann eben dieselbe Bedeutung hat, und der Dezimal-Punkt genannt wird. Z. B. ˙75 für 0,75; oder 2˙521 für 2,521; aber diefs Verfahren ist für den gegenwärtigen Zweck nicht anzurathen: weil im ersten Falle, wenn nähmlich keine Ganzen vorhanden sind, der Dezimal-Punkt leicht verwischt oder übersehen, und die Zahl, die doch nur $\frac{7}{10}$ und $\frac{5}{100}$ anzeigen soll, für 75 Ganze genommen werden kann; so wie im zweyten Falle, wo eine gemischte Zahl (eine Zahl, die aus Ganzen und Bruchtheilen zusammen gesetzt ist) vorkommt, besonders aber wenn der Dezimal-Punkt zufälliger Weise etwas tiefer gesetzt worden wäre, als 2 · 521, dieser Punkt für ein Multiplikations-Zeichen gelten könnte (§. 1.), wodurch überaus grofse Irrungen entstehen müsten.

§. 5.

Von der Zweckmäfsigkeit der vorhin beschriebenen Einrichtung der Dezimal-Brüche kann man bald überzeugt werden, wenn man sich die hier folgende Tafel aufstellet, und in ihr Dezimal-Brüche formirt.

	Ganze.	10theile.	100theile.	1000theile.	10000theile.	100000theile.
	0	0	0	0	0	0
a,	.	2	.	.	.	.
b,	0,	2	.	.	.	.
c,	.	.	3	.	.	.
d,	0,	0	3	.	.	.
e,	.	.	.	5	.	.
f,	0,	0	0	5	.	.
g,	.	.	.	.	8	.
h,	0,	0	0	0	8	.
i,	.	.	.	.	.	7
k,	0,	0	0	0	0	7
l,	0,	2	3	5	8	7

Beyspiele: *Es sey der Bruch $\frac{2}{10}$ in der Tafel zu formiren.* Man lasse also den Nenner gänzlich hinweg, und schreibe den Zähler bey *a* unter die Zehentheile. Jedermann wird hier den Werth dieser Zahl erkennen, weil sie unter die Zehentheile gesetzt worden ist, und mithin 2 Zehentheile bedeutet. Wollte man nun aber an einem andern Orte 2 Zehentheile ausdrucken, indem man geradezu die oben stehende Ziffer 2 hinschriebe; so wäre diefs unrichtig, weil sie für 2 Ganze angesehen werden müfste. Man füge ihr demnach jene Kennzeichen bey, an denen augenblicklich erkannt werden kann, aus welcher Dezimal-Stelle sie genommen worden ist. Diefs geschieht, indem man ihr, wie bey *b*), eine Null und ein Comma vorsetzt, und durch die Erstere anzeiget, dafs keine Ganzen vorhanden sind, durch das Letztere hingegen die Dezimal-Stelle dieser Zahl bestimmt. Mit diesen Zusätzen kann nun der Ausdruck 0,2 überall gebraucht werden, und niemand wird daran zweifeln, dafs man durch ihn kein Ganzes, und, da 2 auf der ersten Dezimal-Stelle stehet, und folglich Zehentheile bedeutet, nur $\frac{2}{10}$ bezeichnen will. Auf eben diese Art kann man die Brüche $\frac{3}{100}$, $\frac{5}{1000}$, $\frac{8}{10000}$ und $\frac{7}{100000}$ blofs dadurch ausdrucken, dafs man ihre Zähler wie bey *c*, *e*, *g*, *i*, unter die ihren Nennern korrespondirenden Rubriken setzet: allein, so bald man sie aus der Tafel heraus nehmen will; so müssen alle jene Stellen, welche nicht von Ziffern besetzt sind, mit Nullen ausgefüllet werden, damit der Werth dieser Brüche bemerkbar bleibe. Sie werden durch diese Mafsregel, wie bey *d*, *f*, *h*, *k*, in 0,03, 0,005, 0,0008 und 0,00007 verändert, und können in dieser Form allenthalben für $\frac{3}{100}$, $\frac{5}{1000}$, $\frac{8}{10000}$ und $\frac{7}{100000}$ gebraucht werden.

§. 6.

Wenn der Zähler eines Bruches mehr als eine Ziffer hat; so wird die rechts folgende letzte Ziffer desselben auf die dem Nenner entsprechende Dezimal-Stelle, die übrigen Ziffern aber werden, in der Ordnung, in welcher sie stehen, auf die linker Hand folgenden Dezimal-Stellen gesetzt. So z. B. wird der Bruch $\frac{23587}{100000}$, indem man die letzte Ziffer desselben 7 bey l, unter die Stelle der 100000theile setzet, und dann in jener Ordnung die übrigen einträgt, in 0,23587 verwandelt. Dieser Dezimal-Bruch kann nun zwar so angesehen werden, als sey er aus den Brüchen $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{100}$, $\frac{5}{1000}$, $\frac{8}{10000}$ und $\frac{7}{100000}$ zusammen gesetzt worden; allein das verändert seinen Werth ganz und gar nicht, wie man sich überzeugen kann, wenn man alle diese einzelnen Brüche auf 100000theile reduzirt und dann zusammen addirt.

$\frac{2}{10}$	betragen	nähmlich	so viel	als	20000	Hunderttausendtheile.	
$\frac{3}{100}$	—	—	—	—	3000	—	—
$\frac{5}{1000}$	—	—	—	—	500	—	—
$\frac{8}{10000}$	—	—	—	—	80	—	—
$\frac{7}{100000}$	—	—	—	—	7	—	—
				Zusammen	23987	Hunderttausendtheile	

oder $\frac{23587}{100000}$, was eben so viel ist als 0,23587.

§. 7.

Es folget hieraus, dafs sich alle Dezimal-Brüche, ohne Veränderung ihres Werthes, auf eine doppelte Art betrachten und aussprechen lassen. Man kann nähmlich jeder einzelnen Ziffer des Zählers den ihrer Dezimal-Stelle zukommenden Nenner beyfügen, und im gegen-

wärtigen Beyspiele sagen: $\frac{2}{10} + \frac{3}{100} + \frac{5}{1000} + \frac{8}{10000} + \frac{7}{100000}$; oder man spricht alle Ziffern des Zählers zusammen genommen wie gemeine Zahlen aus, und gibt dem Ganzen jenen Nenner, welcher der letzten Ziffer rechter Hand zukommt. Hier stehet die letzte Ziffer auf der fünften Dezimal-Stelle, und man muſs folglich sagen: drey und zwanzig tausend, fünf hundert und sieben und achtzig — Hunderttausendtheile, wenn man den Bruch $\frac{23587}{100000}$ oder 0,23587 aussprechen will.

§. 8.

Aus eben diesen Gründen kommt den Dezimal-Brüchen auch noch eine andere Eigenschaft zu, wodurch sie sich von den ganzen Zahlen sehr unterscheiden: die nähmlich, daſs man ihnen ohne Veränderung ihres Werthes so viele Nullen anhängen kann, als man nur immer will. So ist z. B. 0,5 = 0,50 = 0,500 = 0,5000; und die Wahrheit dieses Satzes ist schon bey gemeinen Zahlen so einleuchtend, daſs niemand den gleichen Werth der gemeinen Brüche $\frac{5}{10}$, $\frac{50}{100}$, $\frac{500}{1000}$ und $\frac{5000}{10000}$ bezweifeln wird. Bey mehrfach gebrochenen Zahlen ist diese Eigenschaft freylich so sehr in die Augen fallend nicht; als z. B. bey 0,365 = 0,3650 = 0,36500; aber sie ist eben so gewiſs zu erweisen.

a) Verwandlung gemeiner Brüche in Dezimal-Brüche.

§. 9.

Nur selten kommen jedoch in den Rechnungen Brüche zum Vorschein, die, wie in den obigen Beyspielen, eine Einheit mit angehängten Nullen zum Nenner haben; in den meisten Fällen hingegen hat man es mit solchen Brüchen zu thun, deren Nenner weder 10, noch eine andere aus 10 mit 10 entstandene Zahl (§. 2) ist. Um solche Brüche in Dezimal-Brüche zu verwandeln, muſs sowohl der Zähler als der Nenner verändert werden; und dieſs geschieht, indem man mit dem Nenner in den Zähler, dem vorher einige Nullen angehängt worden sind, dividirt, dem erhaltenen Quotienten aber so viele Nullen vorsetzet, als Ziffern im Nenner des zu reduzirenden Bruches gewesen sind, und endlich auf der rechten Seite der auf diese Weise erhaltenen Zahlenreihe durch ein Comma so viel Ziffern zu Dezimal-Brüchen abschneidet, als vor der Division Nullen zugesezt worden sind. Dieser Quotient ist sodann der gesuchte Dezimal-Bruch, und hat mit dem gemeinen Bruche, aus dem er gebildet worden ist, vollkommen gleichen Werth.

Beyspiele: *1) Es sey der gemeine Bruch $\frac{3}{8}$ in einen Dezimal-Bruch zu verwandeln.*

Man setze also zu dem Zähler 3 noch einige Nullen und dividire mit dem Nenner 8 hinein.

```
8|3000|375
 |24  |
 ----
   60
   56
   ---
    40
    40
    --
     -
```

Der Nenner des gemeinen Bruches hatte eine Ziffer, und es ist folglich auch nur eine Null vorzusetzen, wodurch man 0375 erhält. Drey Nullen hat man vor der Division hinzugesetzt, und es sind also auch drey Ziffern durch das Comma abzuschneiden; wodurch der Quotient 0375 in 0,375 verändert wird: und das ist eben der Dezimal-Bruch, der mit $\frac{3}{8}$ vollkommen gleichen Werth hat.

2) Es sey der gemeine Bruch $\frac{3}{4}$ in einen Dezimal-Bruch zu verwandeln.

```
4|300|75
 |28 |
 ----
   20
   20
   --
    -
```

Eine Null vorgesetzt, und die vor der Division beygefügten Dezimal-Stellen durch das Comma abgeschnitten, wird der gefundene Quotient in den Dezimal-Bruch 0,75 verändert, und hat alsdann mit $\frac{3}{4}$ gleichen Werth.

3) *Es sey der gemeine Bruch $\frac{1}{128}$ in einen Dezimal-Bruch zu verwandeln.*

```
128|10000000|78125
    896
    1040
    1024
     160
     128
      320
      256
       640
       640
         .
```

Werden nach den obigen Regeln dem Quotienten drey Nullen vorgesetzt; so hat man 00078125, und, indem man sechs Ziffern als Dezimal-Brüche abschneidet, 0,0078125.

§. 10.

Um alle Zweifel, die man vielleicht gegen diefs Verfahren bey der Verwandlung gemeiner in Dezimal-Brüche hegen könnte, zu zerstreuen, und sich von der Richtigkeit desselben vollkommen zu überzeugen, darf man nur im letzten Beyspiele die Division, nach den bey der gemeinen Division üblichen Regeln, wiederhohlen, die Nullen aber nur dann, wenn sie nothwendig werden, einzeln hinzusetzen, und also den Gang der Rechnung im Einzelnen verfolgen:

```
    |   |a c d f h k
128 | 1 |0, 0 0 7 8 1 2 5
    |10 . . . . . . b
     100 . . . . . . e
     1000 . . . . . g
      896
      1040 . . . . . i
      1024
        160
        128
         320
         256
          640
          640
            .
```

128 in 1 läfst keine Division zu, man setze also (*a*) 0 an die Stelle der Quotienten. Um dividiren zu können, setze man dem Dividend eine 0 (*b*) zu, wodurch derselbe in 10, und zwar, wie man einsieht, in 10 Zehentheile verwandelt wird. Dafs man nun im Quotienten keine Ganzen mehr bekommen kann, ist aufser allem Zweifel; man setze daher sogleich die Characteristica (*c*) hinter jene Null, und verfolge die Division dann erst weiter. 128 in 10 geht Nullmahl, man setze folglich wieder 0 (*d*) im Quotienten an, und vermehre den Dividend neuerdings um eine Null (*e*). 128 in 100 gehet noch immer nicht, und der Quotient erhält folglich auf der Stelle der Hunderttheile noch eine Null (*f*), so wie auch dem Dividend eine zugesetzt werden mufs (*g*). 128 in 1000 gehet 7 Mahl (*h*). 128 mit 7 multiplizirt gibt 896; diefs von 1000 subtrahirt, bleiben 104; woraus durch den Zusatz einer Null (*i*) 1040 werden. 128 in 1040 gehet 8 Mahl (*k*) u. s. w.

§. 11.

Aber nicht immer gehen in solchen Divisionen die Zahlen, wie in diesen Beyspielen, vollkommen auf; sondern es bleibt manches Mahl, auch wenn man noch so viele Nullen anhängen wollte, am Ende dennoch ein Rest übrig; und solche Brüche heifsen dann unvollständige Dezimal-Brüche. Einen Bruch von dieser Art erhält man z. B. bey der Abänderung des gemeinen Bruches $\frac{7}{9}$ in einen Dezimal-Bruch, wie folget:

```
9|7000000|0,777777
 |63     |
  70
  63
   70
   63
    70
    63
     70
     63
      70
      63
       7
```

Man kann hierbey die Division ins Unendliche fortsetzen; aber immer wird sich im Reste die Zahl 7 finden; und es ist demnach unmöglich, einen Dezimal-Bruch zu finden, welcher dem gemeinen Bruche $\frac{7}{9}$ vollkommen gleich wäre. Je weiter man indessen die Rechnung fortsetzet, je kleiner wird der Fehler, da er sich auf jeder folgenden Dezimal-Stelle um 7 Einheiten dieser Stelle vermindert; und er wird endlich so unbeträchtlich, dafs er ohne einen merklichen Nachtheil übersehen werden kann. Im gegenwärtigen Beyspiele beträgt die Differenz, wenn man 0,777777 anstatt $\frac{7}{9}$ nimmt, nur $\frac{7}{1000000}$; eine unbedeutende Kleinigkeit, die, beynahe in allen Rechnungen, ohne Schaden hinweg gelassen werden darf. In den meisten Fällen reichet man aber schon auf der fünften, oft auch mit der dritten Dezimal-Stelle aus.

§. 12.

Manches Mahl lassen es die Umstände nicht zu, dafs man alle gefundenen Ziffern eines unvollständigen Dezimal-Bruches hinschreibe, indem man nur auf eine gewisse Anzahl von Dezimal-Stellen eingeschränkt ist. In solchen Fällen sieht man nach, ob die letzte hinwegzuwerfende Ziffer gröfser oder kleiner ist, als 5, und setzet, wenn sie gröfser gefunden wird, der vorhergehenden Ziffer, die nun als die letzte stehen bleiben soll, eine Einheit zu.

Beyspiele. *Es sey im obigen Beyspiele die letzte Dezimal-Ziffer hinweg zu lassen.*

Man setze also der letzten unter den beybehaltenen Ziffern eine Einheit zu, wodurch man 0,77778 erhält. Diese Zahl ist nun zwar um $\frac{3}{1000000}$ gröfser geworden, als sie seyn sollte; allein der Fehler bleibt dennoch viel kleiner, als er wäre, wenn man 0,777777 gesetzt, und folglich $\frac{7}{1000000}$ weggeworfen hätte.

Eben aus diesen Gründen machet man, wenn z. B. nur drey Dezimal-Stellen beybehalten werden sollen, aus den Brüchen 0,7388 und 0,345671, 0,739 und 0,346; aus 0,84721 und 0,32130 aber 0,847 und 0,321.

b) Addition der Dezimal-Brüche.

§. 13.

Um Dezimal-Brüche zu addiren, schreibe man sie so unter einander, dafs die als Unterscheidungszeichen dienenden Commata alle in einer geraden Reihe unter einander zu stehen kommen. Hieraus folget, dafs alsdann auch alle gleichnahmigen Bruchtheile unter gleichnahmigen, d. i. die Zehentheile unter Zehentheilen, die Hunderttheile unter Hunderttheilen u. s. w. stehen werden. Man verrichte hernach die Addition, wie bey ganzen Zahlen, indem man bey den letzten rechts stehenden Ziffern zu addiren anfängt und gegen die linke Hand fortgehet, und überall, wo man mehr als 9 findet, die gefundenen Zehner als Einheiten in die nächstfolgende Stelle überträgt. In diesem Verfahren lasse man sich auch dann nicht irre machen, wenn in der ersten Dezimal-Stelle mehr als 9 Einheiten vorfindig seyn sollten; sondern übertrage den Ueberschufs an Zehnern ohne Anstand als Einheiten auf die Stelle der Ganzen: denn 10 Zehentheile machen ein Ganzes aus, und die letzte Stelle der Ganzen stehet also in demselben Verhältnisse zu der ersten Dezimal-Stelle, als diese zur zweyten, die zweyte zur dritten u. s. w. In der gefundenen Summe setze man endlich das unterscheidende Comma gerade unter die übrigen Commata; so sind die Ganzen von den Bruchtheilen getrennt, und für diese wie für jene der Werth bestimmt.

Beyspiele. *Es seyen die Zahlen* 0,35; 0,38; 4,201; 8,57203 *und* 2,897632 *zu addiren.*

```
 0,35
 0,38
 4,201
 8,57203
 2,897632
─────────
16,400662
```

oder, indem man zur Erleichterung der Uebersicht, und daraus folgenden Vermeidung der Fehler, durch Ergänzung mit Nullen, allen zu addirenden Zahlen gleichviel Dezimal-Stellen gibt:

```
 0,350000
 0,380000
 4,201000
 8,572030
 2,897632
─────────
16,400662
```

Nach eben dieser Methode werden auch folgende Beyspiele addirt:

```
                                               0,02310
                                               0,70200
                                               0,00100
                                               0,03875
                                               0,12300
                                              ────────
0,0231 + 0,702 + 0,001 + 0,03875 + 0,123 =    0,88785 ;

                                               17,02734
                                              128,33000
                                                0,38700
                                             1302,30000
                                             ──────────
17,02734 + 128,33 + 0,387 + 1302,3 =         1448,04434
```

c) *Subtraktion mit Dezimal-Brüchen.*

§. 14.

Wenn Dezimal-Brüche subtrahirt werden sollen, so schreibt man sie in eben der Ordnung unter einander, wie bey der Addition, so dafs gleichnahmige Theile unter gleichnahmige zu stehen kommen, und ergänzt, wenn der Subtrahend (d. i. die abzuziehende Zahl) mehr Dezimal-Stellen haben sollte, als der Minuend (d. i. die Zahl, von welcher subtrahirt werden soll), die fehlenden Stellen mit Nullen. Man subtrahirt hierauf, wie bey ganzen Zahlen, von der rechten gegen die linke Hand, und setzet endlich, um die Ganzen von den Bruchtheilen zu trennen, das Unterscheidungszeichen eben dahin, wo es im Minuend und Subtrahend stehet.

Beyspiele: *Es sey* 1,873 *von* 8,027321 *zu subtrahiren.*

```
8,027321
1,873000
────────
6,154321
```

```
                                      4,3200
                                      1,5324
                                      ──────
Eben so ist auch:    4,32 − 1,5324 =  2,7876 ;

                                      8,7100
                                      0,3542
                                      ──────
                     8,71 − 0,3542 =  8,3558
```

Sollen Dezimal-Brüche von ganzen Zahlen abgezogen werden, so setze man denselben vorher die Characteristica bey, hänge dann so viel Nullen an, als der Subtrahend Dezimal-Stellen hat, und verfahre im Uebrigen wie vorhin, z. B.

$$17 - 0{,}3571 = \begin{array}{r} 17{,}0000 \\ \underline{0{,}3571} \\ 16{,}6429 \end{array}$$

Wenn im Gegensatze ganze Zahlen von Dezimal-Brüchen abzuziehen sind, so erhält man negative Gröfsen; deren Behandlung und Eigenschaften aber aufser den Gränzen dieses Aufsatzes liegen.

d) Multiplikation mit Dezimal-Brüchen.

§. 15.

Bey der Multiplikation der Dezimal-Brüche kommen zwey verschiedene Fälle vor; es können entweder Dezimal-Brüche mit ganzen Zahlen, oder Dezimal-Brüche mit Dezimal-Brüchen zu multipliziren seyn. Da aber die Dezimal-Brüche bey der Multiplikation wie ganze Zahlen angesehen werden können, so bleibt auch ihre Behandlung in beyden Fällen dieselbe. Man machet nähmlich die kleinste unter beyden mit einander zu multiplizirenden Zahlen zum Multiplikator; multiplizirt sodann, ohne auf die Commata Rücksicht zu nehmen, wie bey ganzen Zahlen, von der rechten gegen die linke Hand, und schneidet endlich im Produkt durch ein Comma so viel Dezimal-Stellen ab, als beyde Faktoren (die beyden Zahlen, welche mit einander zu multipliziren sind) zusammen genommen enthalten.

Beyspiele. 1. *Es seyen die beyden Zahlen 4,3569 und 28 mit einander zu multipliziren.*

$$\begin{array}{r} 4{,}3569 \\ \underline{28} \\ 34\,8552 \\ \underline{87\,138} \\ 121\,9932 \end{array}$$

Hier hat nur der eine Faktor Dezimal-Brüche, und zwar auf vier Dezimal-Stellen; und es sind folglich, nach der aufgestellten Regel, weil in beyden Faktoren nur vier Dezimal-Ziffern vorfindig sind, auch nur vier derselben durch das Unterscheidungszeichen abzuschneiden: das Produkt erscheint demnach als 121,9932.

2) *Es sey der Dezimal-Bruch 3,580 mit dem Dezimal-Bruche 13,2345 zu multipliziren.*

$$\begin{array}{r} 13{,}2345 \\ \underline{3{,}580} \\ 105\,87600 \\ 661\,725 \\ \underline{3970\,35} \\ 4737\,95100 \end{array}$$

In diesem Beyspiele hat ein Faktor drey, der andere hingegen vier Dezimal-Ziffern; es sind also im Produkt sieben Ziffern abzuschneiden, worauf man 47,3795100 erhält, welches nach Hinweglassung der überflüssigen Nullen = ist 47,37951.

$$\text{Eben so ist:} \quad 321583 \times 0{,}75 = \begin{array}{r} 321583 \\ \underline{0{,}75} \\ 16079\,15 \\ \underline{225108\,1} \\ 241\,187{,}25 \end{array};$$

$$2{,}034 \times 8{,}42 = \begin{array}{r} 2{,}034 \\ \underline{8{,}42} \\ 4068 \\ 8136 \\ \underline{16\,272} \\ 17{,}12628. \end{array}$$

§. 16.

Zuweilen fügt es sich, dafs einer von beyden, oder beyde Faktoren unvollständige Dezimal-Brüche sind. Die letzten Dezimal-Ziffern sind alsdann unrichtig, weil durch die Multi-

plikation der Fehler, der in einem oder in beyden Faktoren lag (§. 11), nicht nur beybehalten, sondern sogar vergröſsert wird. In solchen Fällen verwirft man die letzten Dezimal-Ziffern.

Beyspiel.

```
        0,83251
        0,22222
      ---------
         166502
        166502
       166502
      166502
     166502
   ------------
   0,1850003722
```

In diesem Beyspiele kann man bloſs 0,185000 = 0,185 (§. 12.) beybehalten, weil sich auf die letzten Zahlen nicht zu verlassen ist. Die Umstände und der Zweck der Rechnung müssen in solchen Fällen entscheiden, ob man mit diesem Produkt zufrieden seyn kann, oder eine gröſsere Annäherung verlangen soll.

Gesetzt nun, man habe im obigen Beyspiele an die Stelle von $\frac{2}{9}$ 0,22222 genommen, und beabsichtige eine schärfere Bestimmung des Produktes als 0,185; so gebe man jener Zahl noch um einige Dezimal-Ziffern mehr, und verrichte dann die Multiplikation folgender Maſsen:

```
     0,222222222
         0,83251
    ------------
       022222222
      111111110
     044444444
    066666666
   177777776
  --------------
  0,18500222203722
```

Das Produkt findet sich hier = 0,185002, folglich um $\frac{2}{1000000}$ der Wahrheit näher als vorhin.

§. 17.

Wenn der Multiplikator eine Einheit mit angehängten Nullen, oder 10, 100, 1000 u. s. w. ist, so kann man die ganze Mühe der Multiplikation ersparen; weil man, um sie zu bewirken, nur das unterscheidende Comma um so viel Stellen gegen die rechte Hand versetzen darf, als Nullen im Multiplikator enthalten sind.

Beyspiele. *Es sey 0,3527 mit 10 zu multipliziren.*

Die Zahl 10 hat eine Null; man versetze also das Comma um eine Stelle, d, i. zwischen die Ziffern 3 und 5, wodurch man 03,527 erhält, und mache durch Hinweglassung der ersten Null, die nun ohnehin keinen Werth hat, 3,527.

Eben so verfährt man in folgenden Beyspielen.

0,236 × 10 = 2,36
0,371 × 100 = 37,1
0,582 × 1000 = 582,0
2,345 × 10 = 23,45.

c) Division mit Dezimal-Brüchen.

§. 18.

Auch bey der Division mit Dezimal-Brüchen können zwey verschiedene Fälle Statt finden; der Divisor kann nähmlich entweder eine ganze Zahl oder ein Dezimal-Bruch seyn: beyde erfordern eine verschiedene Behandlung.

1) Division der Dezimal-Brüche mit ganzen Zahlen.

Wenn der Divisor 10, oder ein Produkt aus 10 mit 10, d. i. 10; 100; 1000 u. s. w. ist, so kann man die Division, wie oben die Multiplikation (§. 17.), bloſs durch Versetzung des Comma bewirken; nur mit dem Unterschiede, daſs hierbey das Unterscheidungszeichen in ent-

gegen gesetzter Richtung verschoben, und also um so viel Stellen, als der Divisor Nullen hat, von der rechten gegen die linke Hand gerückt wird.

Beyspiele.

53,61	:	10	=	5,361
243,35	:	100	=	2,4835
25,703	:	1000	=	0,025703
3,250	:	10000	=	0,0003250

Stehen in der zu dividirenden Zahl nicht so viele Ziffern, als zum Verschieben nöthig sind, so werden, wie in den beyden letzten Beyspielen geschehen ist, so viel Nullen vorgesetzt, als Ziffern fehlen, und um eine mehr, damit der Mangel an Ganzen angedeutet werde.

§. 19.

Ist aber der Divisor, obgleich eine ganze, dennoch weder 10, noch eine andere aus 10 mit 10 produzirte Zahl, so schreibe man ihn so wohl, als den Dividend, wie gemeine Zahlen nieder, verrichte eben so, ohne auf das unterscheidende Comma Rücksicht zu nehmen, die Division, und schneide endlich im Quotienten durch ein Comma so viel Dezimal-Stellen ab, als im Dividend enthalten sind.

Beyspiele. *Es sey der Dezimal-Bruch 125,525 mit der ganzen Zahl 5 zu dividiren:*

```
5|125,525|25105
 |10     |
  --
   25
   25
   --
    05
     5
    --
    02
    00
    --
     25
     25
     --
      -
```

Der Dividend hatte 3 Dezimal-Stellen, folglich wird der Quotient 25,105 seyn.

Eben so ist: 62,1656 : 28 = 2,2202; 175,9275 : 75 = 2,3457.

```
28|62,1656|22202 = 2,2202        75|175,9275|23457 = 2,3457
  |56     |                        |150     |
   --                               ---
   61                               259
   56                               225
   --                               ---
    56                               342
    56                               300
    --                               ---
    05                                427
    00                                375
    --                                ---
     56                                525
     56                                525
     --                                ---
      -                                  -
```

§. 20.

2) Division ganzer oder gemischter Zahlen mit Dezimal-Brüchen.

Das erste Erfordernifs bey solchen Divisionen ist, dafs beyde zu behandelnde Zahlen eine gleiche Anzahl von Dezimal-Ziffern haben sollen. Wenn also der Dividend keine oder doch weniger Dezimal-Stellen hat, als der Divisor, so ergänze man die fehlenden mit Nullen, und verrichte dann die Division, ohne auf das Comma Rücksicht zu nehmen, ganz nach jenen Regeln, welche bey der Division gemeiner Zahlen üblich sind.

Man erhält bey der Befolgung dieses Verfahrens im Quotienten immer nur ganze Zahlen. Ist man jedoch mit diesen, nach Erwägung der vorwaltenden Umstände, nicht zufrieden, und findet eine schärfere Bestimmung des Quotienten nöthig; so kann man dann neuerdings eine beliebige Anzahl von Nullen anhängen, und die Division noch weiter fortsetzen. In diesem

Falle setze man aber zuerst nach dem vorher gefundenen Quotienten ein Comma; zum Zeichen, daſs die übrigen durch den Zusatz von Nullen erhaltenen Ziffern desselben Dezimal-Brüche sind.

Beyspiele. *Es sey die ganze Zahl 75 mit dem Dezimal-Bruche 2,351 zu dividiren.*

Man mache also zuerst aus 75 75,000, und verrichte dann die Division wie folgt:

```
2351|75000|31
    |7053 |
     4470
     2351
     2119
```

Der Quotient ist hier = 31 und der Rest = $\frac{2119}{2351}$; will man diesen Letzteren aber nicht verwerfen, so setzet man demselben noch eine Null zu, und dividirt neuerdings, und wiederhohlt dieses Verfahren so oft, bis man mit der Annäherung des Quotienten zufrieden ist. Im gegenwärtigen Beyspiele geschieht dieſs folgender Maſsen:

```
2351|21190|9013
    |21159|
      3100
      2351
       7490
       7053
        437 u. s. w.
```

Jenen früher gefundenen Zahlen = 31 kommen folglich noch die Ziffern 9013 als Dezimal-Brüche beyzufügen, wodurch man den Quotienten = 31,9013, also um 0,9013 der Wahrheit näher bringet.

Nach denselben Regeln ist auch 28,35 : 7,135 = 39,7337.

```
7135|28350|39,7337
    |21405|
     69450
     64215
      52350
      49945
       24050
       21405
        26450
        21405
         50450
         49945
           505 u. s. w.
```

§. 21.

Oft ergibt es sich aber, daſs eine von beyden, oder auch beyde zur Division gehörige Zahlen unvollständige Dezimal-Brüche sind, aus welchem Grunde alsdann, wie oben bey der Multiplikation (§. 16.) die letzten Dezimal-Ziffern des Quotienten unzuverlässig werden. In diesen Fällen muſs der Zweck der Rechnung entscheiden, ob man sich mit dem gefundenen Quotienten begnügen, oder eine gröſsere Annäherung suchen soll? Ist das Letztere nothwendig, so suche man für den unvollständigen Bruch, den man, sey es als Divisor oder als Dividend, verwendet hat, noch einige Dezimal-Ziffern mehr, und nehme dann erst die Division vor.

Beyspiel. *Man habe anstatt $5\frac{4}{9}$ den Dezimal-Bruch 5,444 verwendet, und durch die folgende Division den Quotienten 1,5292 gefunden, und wolle diesen nun schärfer bestimmen.*

```
5,444|8,325|1,5292
     |5444|
      28810
      27220
       15900
       10888
       50120
       48996
        11240
        10888
          352
```

Man gebe also dem Divisor um einige Dezimal-Stellen mehr, hänge dem Dividend eben so viel Nullen an, und dividire wieder, wie folgt:

```
5,444444|8,325000|1,5290
        |5444444|
         28805560
         27222220
          15833400
          10388888
           49445120
           48999996
            4451240 u. s. w.
```

Der neue Quotient ist = 1,5290, und folglich um $\frac{2}{10000}$ = 0,0002 näher an der Wahrheit.

f) Goldene Regel und Regel de tri mit Dezimal-Brüchen.

§. 22.

Da die goldene Regel nichts anderes ist, als eine Zusammensetzung aus der Multiplikation und Division, so gilt bey ihrer Ausführung auch alles, was vorhin (§. 15 — 21.) gesagt worden ist.

Beyspiel. *Man hat zur Darstellung von* $10\frac{1}{2}$ *Pfund irgend eines Produktes* $17\frac{3}{4}$ *Pfund Materials verwendet, und will nun wissen, wie viel man zur Erzeugung von* 13 *Pfund des Produktes von jenem Material nöthig haben werde?*

In dieser Frage werden vorher alle gebrochenen Zahlen auf Dezimal-Brüche reduzirt, (§. 9.) dann aber wird die goldene Regel folgender Maſsen angesetzt:

Wie sich 10,5 *Pfund Produktes zu* 13 *Pfund Produktes verhalten; so verhalten sich auch* 17,75 *Pfund Materials zur gesuchten aber unbekannten Menge des Materials.*

Durch die Multiplikation des zweyten und dritten Gliedes = 17,75 und 13, und darauf folgende Division der gefundenen Zahl mit dem ersten Gliede = 10,5 erhält man im Quotienten 21,97; und eben so viel Pfund Materials werden auch zur Darstellung von 13 Pfund Produktes hinreichend seyn.

Man hat aber diese Formel mit einiger Abkürzung auch in die gemeine Arithmetik übertragen, und ihr, nebst der Benennung Regel de tri, nachstehende Einrichtung gegeben.

Produkt		Material		Produkt
10,5 Pfunde	erfordern	17,75 Pfunde;	wie viel erfordern	13 Pfunde?

Das zweyte mit dem dritten Gliede multiplizirt, und dann mit dem ersten dividirt, gibt, durch folgende Ausführung

```
(§. 15.)           17,75
                      13
                   ─────
                    5325
                   1775
                   ─────
(§. 20.)    10,50|23075|21,97
                 |2100 |
                  ─────
                    2075
                    1050
                   ─────
                   10250
                    9450
                    ─────
                     8000
                     7350
                     ─────
                      650 u. s. w.
```

21,97; es werden folglich 21,97 Pfunde Materials erforderlich seyn.

Diese kurze Anleitung zur Rechnung mit Dezimal-Brüchen möge für die gegenwärtige Absicht hinreichend seyn; ich glaube wenigstens nichts von dem übergangen zu haben, was zur Beleuchtung der nachfolgenden Abschnitte dieser Schrift nöthig war. Wer indessen über alle Eigenschaften der Dezimal-Brüche, und über die noch gröfseren Abkürzungen (in der Rechnung), deren sie fähig sind, vollständigern Unterricht suchen will, der findet ihn in mathematischen Lehrbüchern, und wird sich, voraus gesetzt, dafs er diese Anfangsgründe deutlich aufgefafst habe, sehr bald vollkommen belehren können.

C. Anwendung der Dezimal-Brüche in der Chemie.

§. 23.

Die überaus grofsen Vortheile, welche man in Absicht auf die Bequemlichkeit und Vereinfachung der Rechnungen, durch die Anwendung der Dezimal-Brüche, schon in den vorausgeschickten Beyspielen der Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division hat wahrnehmen können, haben bereits vor mehr als zwey Jahrhunderten diese Zahlen zu einem wichtigen Hülfsmittel der mathematischen Wissenschaften erhoben und ihnen, in der neueren Zeit, bey allen jenen Wissenschaften, in welchen auf irgend eine Weise von Gröfsen die Rede seyn kann, und endlich auch in das Gebieth der Chemie Eingang verschafft. Man bedient sich ihrer in dieser Wissenschaft vorzüglich:

a) Um die Massenverhältnisse in zusammen gesetzten Körpern anzudeuten;
b) Um die in verschiedenen Ländern gebräuchlichen Gewichte und Mafse mit einander zu vergleichen; und endlich
c) Um die spezifischen Gewichte der Körper durch dieselben auszudrucken.

a) Andeutung der Massenverhältnisse in zusammen gesetzten Körpern durch Dezimal-Brüche.

§. 24.

In früheren Zeiten pflegten die Chemiker in ihren Schriften alle Quantitäten, die sie bey der Beschreibung von Synthesen oder Analysen bezeichnen wollten, nach den in ihren Wohnorten gebräuchlichen Medizinal-Gewichten anzugeben. Allein da die Eintheilung der Gewichte beynahe in jedem Lande verschieden, und z. B. das Pfund in einem in 16, im andern hingegen in 12 Unzen, die Unze aber in einem Lande in 576, im andern hingegen in 480 Gran abgetheilt ist, so mufsten solche Angaben nothwendig auch manches Mahl zu grofsen Irrungen die Veranlassung geben. Mehrere Chemiker riethen daher in der neuern Zeit, dafs man, um allen möglichen Mifsverständnissen dieser Art vorzubeugen, künftighin die Massenverhältnisse durch allgemeine überall verständliche Ausdrücke bezeichnen möchte: ein Vorschlag, der sehr bald mit ungetheiltem Beyfalle aufgenommen und beynahe allgemein befolgt wurde.

§. 25.

Der erste Versuch, den man in dieser Absicht machte, beschränkte sich darauf, dafs man beschlofs: jeder Chemiker solle in der Folge das Pfund, dessen er sich bediene, als ein

Ganzes betrachten, und die bey seinen Arbeiten vorkommenden mindern Gewichtstheile als Dezimal-Bruchtheile dieser Einheit ansehen und verzeichnen: damit bey der Reduktion der auf diese Art gefundenen Zahlen auf jedes andere Gewicht, die Unterabtheilungen desselben mögen wie immer beschaffen seyn, keine Veränderung des Verhältnisses entstehen könne. Um dieser Aufgabe zu entsprechen, machte man zuerst die bey irgend einer Arbeit gefundenen Gewichtstheile zu gemeinen Bruchtheilen des Pfundes, und verwandelte sodann diese gemeinen Brüche (§. 9.) in Dezimal-Brüche. Wenn nun ein anderer Chemiker dieselbe Arbeit in einem andern Lande vornehmen wollte, und die in Dezimal-Theilen des Pfundes ausgedruckten Gewichtstheile auf sein eigenes von jenem noch so sehr verschiedenes Pfund reduzirte, so mufsten nothwendig die gefundenen Gewichtstheile dieselben aliquoten Theile des Ganzen seyn, die sie auch bey dem ersten Versuche gewesen waren: das Verhältnifs blieb also ungestört, und der Zweck war folglich erreicht. Folgendes Beyspiel möge diefs beweisen:

Es sey zu irgend einem Versuche verdünnte Schwefelsäure angewendet worden, die man nach dem alten Pariser Medizinal-Gewichte, aus ½ Pfund Wasser und aus 4 Unzen konzentrirter Schwefelsäure bereitet habe, und man wolle nun diese Gewichte in Dezimal-Theilen des Pfundes ausdrucken.

½ Pfund ist an sich schon ein gebrochener Theil des Pfundes, und darf also nur in einen Dezimal-Bruch verwandelt werden, indem man (§. 9.) den Zähler mit dem Nenner dividirt. Man erhält dadurch den Dezimal-Bruch 0,50.
Vier Unzen hingegen müssen vorher in gemeine Bruchtheile und dann erst in Dezimal-Brüche verwandelt werden. Um die 4 Unzen in gemeine Bruchtheile des Pfundes zu verändern, mache man die Zahl 4 zum Zähler, dividire darauf mit einer Einheit dieses Zählers, d. i. mit einer Unze in das Pfund (welches hier 16 Unzen ist), und mache den gefundenen Quotienten = 16 zum Nenner. Den auf diese Weise gefundenen gemeinen Bruch $\frac{4}{16}$ aber verwandle man, wie vorhin, durch die Division des Zählers mit dem Nenner (§. 9.) in den Dezimal-Bruch 0,25.

Die verdünnte Schwefelsäure enthält also:

Konzentrirte Schwefelsäure	0,25 Pfund
Wasser . . .	0,50 —

oder: 25 Hunderttheile eines Pfundes Schwefelsäure und 50 Hunderttheile eines Pfundes Wasser. Diese allgemeinen Ausdrücke können nun in allen Ländern verstanden, und ohne Störung des Massenverhältnisses auf jedes andere Gewicht reduzirt werden, wie folgendes Beyspiel lehrt:

Es seyen die vorhin gefundenen Zahlen auf das Oesterreichische Medizinal-Gewicht zu reduziren.

Um dieses zu bewirken ist es nöthig, dafs man mit jenen Zahlen das Entgegengesetzte von dem vornehme, was bey der Uebersetzung des Pariser Medizinal-Gewichtes in Dezimal-Theile desselben Pfundes geschehen ist. Man verwandle daher die Dezimal-Brüche 0,25 und 0,50 in gemeine Brüche, und sehe alsdann nach, der wie vielte Theil des Pfundes sie sind.

0,25 wird durch Hinzufügung des Nenners in den gemeinen Bruch $\frac{25}{100}$, oder auf den kleinsten Ausdruck reduzirt, in ¼ verändert;

0,50 auf eben diese Weise behandelt in $\frac{50}{100}$ = ½.

Man hat also, um eine verdünnte Schwefelsäure von der verlangten Qualität zu bereiten, nach dem Oesterreichischen Medizinal-Gewicht (das Pfund zu 12 Unzen.)

½ Pfund oder 6 Unzen Wasser mit
¼ Pfund oder 3 Unzen Schwefelsäure zu vermischen.

§. 26.

Jedermann wird in diesem Beyspiele wahrgenommen haben, dafs man durch die Versetzung des Pariser Medizinal-Gewichtes in Dezimal-Theile, und durch die Reduktion dieser Ausdrücke auf Oesterreichisches Medizinal-Gewicht einem grofsen Irrthume entgangen ist: denn, wenn man diese Mafsregel anzuwenden unterlassen, und sich bey dem Gebrauche des Oesterreichischen Medizinal-Gewichtes geradehin nach jener Vorschrift gerichtet hätte, so würde man 6 Unzen (= ½ Pfund des Oesterreichischen Medizinal-Gewichtes) Wasser, mit 4 Unzen Schwefelsäure vermischt, und ein weit konzentrirteres und wirksameres Fluidum

bekommen haben, als man erhält, wenn man 8 Unzen (= ½ Pf. des alten Pariser Mark- und Medizinal-Gewichtes) Wasser mit 4 Unzen Schwefelsäure zusammen mischet.

§. 27.

Obgleich nun durch das eben beschriebene Verfahren so viel gewonnen war, dafs sich fernerhin kein Chemiker darum bekümmern durfte, welches Pfund ein anderer Chemiker bey seinen Versuchen angewendet habe; so fühlte man dennoch sehr bald die Unbequemlichkeit des vielen Rechnens, dem man sich in Befolgung dieser Methode unterziehen mufste. Um dasselbe möglichst zu vermindern, wurden daher Tabellen entworfen, wie deren eine im zweyten Theile dieses Werkes unter der Nummer I. beygefügt ist, und in ihrer ersten Abtheilung die ganze Stufenleiter gemeiner Brüche von ½ bis zu $\frac{1}{48}$, in der zweyten Abtheilung aber noch einige andere, bey Rechnungen oft vorkommende kleinere Brüche in Dezimal-Brüchen ausdruckt. Mit Hülfe dieser Tabellen konnte man nun freylich die wirklich in ihnen aufgeführten Brüche sehr leicht verwandeln und reduziren; wenn sie aber in allen vorkommenden Fällen hätten zureichen sollen, so würden sie, wie man wohl einsieht, zu einem überaus grofsen Volumen angewachsen, und ihre Ausführung ein riesenmäfsiges Unternehmen geworden seyn.

§. 28.

Man schlug demnach später einen andern Weg ein, indem man Tabellen formirte, welche nur diejenigen Brüche enthielten, die unmittelbar aus den Unterabtheilungen des Pfundes selbst entspringen, und setzte denselben gegen über die ihnen korrespondirenden Gewichtstheile. Die beyden ersten Tabellen dieser Art, deren eine zur Versetzung des altfranzösischen Medizinal-Gewichtes in Dezimal-Theile desselben Pfundes, die andere hingegen zur Reduktion der Dezimal-Theile in gemeine Theile dieses Pfundes, bestimmt ist, verdanken wir einem Französischen Gelehrten *) (Tab. II. und III.) Zwey ähnliche Tabellen zur Versetzung und Reduktion des Oesterreichischen Medizinal-Gewichtes findet man weiter hinten (Tab. IV. und V.) beygefügt. Ein Beyspiel wird den Gebrauch aller dieser Tabellen am besten erläutern:

Beyspiel. *Es habe jemand eine Mischung aus fünf verschiedenen Substanzen zusammen gesetzt, und dazu nach dem Oesterreichischen Medizinal-Gewicht genommen:*

von der Substanz	A	1	Pfund
- - - - -	B	½	—
- - - - -	C	2	Unzen
- - - - -	D	5½	Drachme
- - - - -	E	55	Gran

und man wolle nun alle diese Gewichte in Dezimal-Theilen des Pfundes aufzeichnen:

Man suche also die angegebenen Gewichtstheile in der ersten Spalte der Tabelle IV. auf, woselbst man in der zweyten Spalte auch die ihnen entsprechenden Dezimal-Theile findet. Nach dieser Tabelle ist das Gewicht

der Substanz	A	1	Pfund	(oder 12 Unzen)	=	1,0000000
- - -	B	½	—	(oder 6 —)	=	0,5000000
- - -	C	2	Unzen	. . .	=	0,1666666
- - -	D	5½	Drachme	{ 5 Drachm.	=	0,0520833
				{ 30 Gran	=	0,0052083
- - -	E	55	Gran	. . .	=	0,0095485;

und wenn man eben diese Gewichte in gemeine Theile des Pariser Medizinal-Pfundes verwandeln will, so kann diefs sehr leicht dadurch bewerkstelliget werden, dafs man die gefundenen Dezimal-Ausdrücke, wofern sie zusammen gesetzt sind, in ihre Bestandtheile zerleget (§. 6.), sie alsdann einzeln in der ersten Spalte der Tabelle III. aufsuchet, und endlich in der zweyten Spalte die denselben entsprechenden gemeinen Theile des Pariser Pfundes findet.

*) Lavoisier System der antiphlogistischen Chemie.

A = 1,0000000	ist einfach, und bleibt	= 1,0
B = 0,5000000	— — — —	= 0,5
C = 0,1666666	ist zusammen gesetzt aus	0,1 0,06 0,006 0,0006 0,00006 0,000006 0,0000006
D = 0,0520833 0,0052083 0,0572916	— — — —	0,05 0,007 0,0002 0,00009 0,000001 0,0000006
E = 0,0095485	— — — —	0,009 0,0005 0,00004 0,000008 0,0000005

Nach der Tabelle III. ist aber an Pariser Medizinal - Gewicht

A =	1,0				= 1 Pfund;
B =	0,5				= ½ —;
C =	0,1	= 1 Unze,	4 Drachmen,	57,60	Gran
	0,06	= - —	7 —	48,96	—
	0,006	= - —	- —	55,30	—
	0,0006	= - —	- —	5,53	—
	0,00006	= - —	- —	0,55	—
	0,000006	= - —	- —	0,06	—
	0,0000006	= - —	- —	0,01 *)	—
	0,1666666	= 2 —	5 —	24,01	—;
D =	0,05	= - —	6 —	28,80	—
	0,007	= - —	- —	64,51	—
	0,0002	= - —	- —	1,84	—
	0,00009	= - —	- —	0,83	—
	0,000001	= - —	- —	0,01	—
	0,0000006	= - —	- —	0,01 *)	—
	0,0572916	= - —	7 —	24,00	—;
E =	0,009	= - —	1 —	10,94	—
	0,0005	= - —	- —	4,61	—
	0,00004	= - —	- —	0,37	—
	0,000008	= - —	- —	0,08	—
	0,0000005	= - —	- —	0,01 *)	—
	0,0095485	= - —	1 —	16,01	—;

Oder:

A = 1 Pfund
B = ½ —
C = - — 2 Unzen, 5 Drachmen und 24,01 Gran
D = - — - — 7 — — 24,00 —
E = - — - — 1 — — 16,01 —

des Pariser Medizinal - Gewichtes; und dieses sind eben jene Gewichtstheile, nach welchen man die Mischung machen muſs, wenn bey der Anwendung des Pariser Medizinal - Gewichtes die in derselben obwaltenden Massenverhältnisse nicht gestört werden sollen.

*) Die bey *C D* und *E* vorkommenden kleinsten Bruchtheile, nähmlich 0,0000006; 0,0000006; und 0,0000005 konnten, weil die Tabelle III. nur bis auf $\frac{1}{1000000}$ = 0,000001 ausgeführt ist, nicht reduzirt werden, und wurden daher, da sie nicht weniger als 5 Einheiten enthielten, auf die nächst vorhergehende Stelle übertragen und dann erst reduzirt (§. 12.).

§. 29.

Nach allen angeführten Verbesserungen blieb aber diese Art, die Massenverhältnisse auszudrucken, immer noch eine für den täglichen Gebrauch zu beschwerliche Sache. Man entschlofs sich also, die eben beschriebene Methode blofs für jene Fälle aufzubewahren, in denen durch die Uebersetzung des Pfundes in Dezimal-Bruchtheile besondere Vortheile zu erwarten waren (z. B. bey sehr zusammen gesetzten Rechnungen); alle übrigen Angaben der Massenverhältnisse aber, obgleich in Dezimal-Zahlen, dennoch in solchen allgemeinen Ausdrücken zu bezeichnen, die, ohne alle Rücksicht auf die in verschiedenen Ländern gebräuchlichen Eintheilungen der Gewichte, einzig und allein die Erleichterung der Uebersicht zum Zwecke haben sollten.

§. 30.

Seit dem bedienet man sich, wo es nur immer möglich ist, der Dezimal-Eintheilung, das heifst, man stellet die Angabe so, dafs die Summe aller Bestandtheile in ganzen Zahlen 10, 100 oder 1000 beträgt; oder man setzt wohl auch die Gewichte der Bestandtheile in Dezimal-Brüchen an, und betrachtet ihre Summe als eine Einheit. So z. B. pflegt man zu sagen:

100 Theile krystallisirten schwefelsauren Kalks bestehen aus

	32 Theilen	Kalk
	30 —	Schwefelsäure, und
	38 —	Wasser
Zusammen	100 Theile;	

aber weit kürzer kann man auch setzen:

Der krystallisirte schwefelsaure Kalk enthält:

Kalk	0,32
Schwefelsäure	0,30
Wasser	0,38
Summe	1,00

Eben so sagt man:

1000 Theile des krystallisirten schwefelichtsauern Natrons enthalten:

	188 Theile	Natron
	312 —	schwefelichte Säure
	500 —	Wasser
Zusammen	1000 Theile;	

kürzer aber in Dezimal-Brüchen

Natron	0,188
Schwefelichte Säure	0,312
Wasser	0,500
Summe	1,000 = 1,

welches, wie man wohl einsieht, ohne Veränderung des zwischen den Bestandtheilen obwaltenden Massenverhältnisses, für ein Loth, für ein Pfund, oder für einen Zentner angesehen werden kann.

In diesem letzten Beyspiele mufste man die Summe in Tausendtheilen ansetzen; weil bey der Angabe in Hunderttheilen $\frac{8}{1000}$ Natron und $\frac{2}{1000}$ schwefelichte Säure hätten verworfen (§. 12.) oder zu hoch angegeben werden müssen. Aus eben diesem Grunde kann man, wo eine gröfsere Genauigkeit erfordert wird, 10000, 100000 oder auch noch weit gröfsere Zahlen zur Vergleichung annehmen.

§. 31.

Mehrere Gelehrte scheinen es sich indessen zum Gesetze gemacht zu haben, alle ihre Angaben auf die Zahl von hundert ganzen Theilen zurück zu führen, und, wenn sie damit

nicht ausreichen können, lieber Dezimal-Brüche anzuhängen, als zu einer gröfsern Zahl über zu gehen. Nach diesem Grundsatze wird das vorhergegangene Beyspiel so geschrieben:

100 Theile schwefelichtsauren Natrons bestehen aus

	18,8	Theilen Natron
	31,2	— schwefelichter Säure
	50,0	— Wasser
Summe	100,0	Theile.

$\frac{188}{1000}$ Natrons und $\frac{312}{1000}$ schwefelichte Säure sind hier als Dezimal-Brüche auf der ersten Dezimal-Stelle angesetzt worden, weil sie Zehentheile des Hunderttheiles sind. Um die Richtigkeit dieser Uebersetzung einzusehen, darf man nur bedenken, auf welchem Wege sie bewirkt worden ist. Oben hatte man tausend ganze Theile, die man auf hundert herabsetzen wollte. Eine solche Reduktion kann aber nur durch die Divison mit 10 ausgeführt werden, und zwar mufs, damit das Verhältnifs nicht verloren gehe, jede von den drey Zahlen, die zusammen 1000 ausmachen, für sich allein und insbesondere mit 10 dividirt werden, wodurch aber (§. 18.)

$$188 \text{ in } 18\tfrac{8}{10} = 18{,}8$$
$$312 \text{ - } 31\tfrac{2}{10} = 31{,}2$$
$$500 \text{ - } 50 = 50{,}0$$

verändert werden.

Eben nach diesen Regeln kann man also, ohne Störung der Masseverhältninsse, die Bestandtheile des schwefelichtsauern Ammoniaks in folgenden verschiedenen Ausdrücken angeben:

in 10000 Theilen	2907	Theile Ammoniak
	6006	— Säure
	1087	— Wasser
	10000	Theile;
in 1000 Theilen	290,7	Theile Ammoniak
	600,6	— Säure
	108,7	— Wasser
	1000	Theile;
in 100 Theilen	29,07	Theile Ammoniak
	60,06	— Säure
	10,87	— Wasser
	100	Theile;
in Dezimal-Brüchen	0,2907	Ammoniak
	0,6006	Säure
	0,1087	Wasser
	1,000 = 1.	

§. 32.

Um die eben vorgetragenen Angaben der Masseverhältnisse durch Dezimal-Zahlen noch mehr zu erleichtern und alle Rechnung zu beseitigen, haben bereits viele Gelehrte angefangen, sich bey ihren analytischen Versuchen des neufränkischen Dezimal- oder so genannten natürlichen Gewichtes zu bedienen. Viele andere hingegen, die nicht im Besitze desselben Gewichtes sind, ersetzen diesen Mangel dadurch, dafs sie 10, 100 oder 1000 Gran des zu zerlegenden Körpers zur Bearbeitung nehmen. In beyden Fällen ist man des Rechnens gänzlich überhoben; weil man die gefundene Anzahl von Gewichtstheilen, die jeder einzelne Bestandtheil wiegt, nur geradezu niederschreiben darf.

§. 33.

Aber nicht immer hat der Analytiker von den zu untersuchenden Körpern so viel vorräthig, dafs er 100 Gran, Drachmen oder Loth der Zerlegung widmen kann. Oft beläuft sich

sein ganzer Vorrath kaum auf 30 bis 40 Gran; oder er hat wohl auch aus andern Gründen eine Anzahl von Gewichttheilen genommen, die nicht 10, auch nicht ein Produkt von 10 mit 10 ist, und gleichwohl will er nun seine Angabe der gefundenen Massenverhältnisse nach dem Dezimal-System bezeichnen. In beyden Fällen kann eine solche Reduktion nur durch Rechnung, und zwar durch die Regel de tri bewirkt werden.

Man multiplizirt nähmlich zu dieser Absicht das Gewicht jedes einzelnen Bestandtheils, je nachdem man den Ausdruck in hundert oder in tausend Theilen ansetzen will, mit der Zahl 100 oder 1000, und dividirt sodann das Produkt mit dem ganzen Gewichte des zerlegten Körpers. Will man hingegen die Massenverhältnisse in Dezimal-Brüchen angeben, so erreicht man weit kürzer diesen Zweck blofs dadurch, dafs man das Gewicht jedes einzelnen Bestandtheils mit dem Total-Gewichte des zerlegten Körpers dividirt. Die auf diese Art gefundenen Quotienten liefern dann einen richtigen Ausdruck für jene Massenverhältnisse, die in dem zerlegten Körper Statt gefunden haben.

§. 34.

Beyspiele. 1) *Es seyen in einem Körper, der 80 Gran wog, durch die chemische Analyse 20 Gran Kohlensäure, 36 Gran Bittererde und 24 Gran Wasser gefunden worden, und man wolle nun diese Gewichte so ausdrucken, dafs ihre Summe 100 betrage:*

Man multiplizire also das gefundene Gewicht jedes einzelnen Bestandtheils, nähmlich die Zahlen 20, 36 und 24, jede insbesondere mit 100, und dividire die Produkte mit dem Total-Gewichte, welches hier = 80 ist:

20	multiplizirt mit	100	geben	2000,	diese aber	dividirt mit	80	geben	25,
36	—	—	100	— 3600,	— —	—	— 80	—	45,
24	—	—	100	— 2400,	— —	—	— 80	—	30;

der untersuchte Körper enthält also in 100 Theilen:

25 Theile	Kohlensäure
45 —	Bittererde
20 —	Wasser
Zusammen 100 Theile.	

Sind hingegen die Massenverhältnisse in Dezimal-Brüchen auszudrucken, so bleibt die Multiplikation gänzlich hinweg, und es werden blofs die Gewichte der Bestandtheile einzeln mit dem Total-Gewichte dividirt. Bey solchen Divisionen ist aber der Divisor immer gröfser, als der Dividend, und es ist daher nothwendig, dem Letzteren einige Nullen anzuhängen, damit die Division vollzogen werden könne (§. 9.). Im gegenwärtigen Beyspiele geben:

20 dividirt mit 80 den Quotienten 0,25
36 — — — — — 0,45
24 — — — — — 0,30;

der untersuchte Körper enthielt also:

Kohlensäure	0,25
Bittererde	0,45
Wasser	0,30
Summe	1,00 = 1.

§. 35.

2) *Man habe bey einer andern Analyse 595 Theile Strontian, 605 Theile Salpetersäure und 50 Theile Wasser, das Total-Gewicht des der Zerlegung unterworfenen Körpers aber = 1250 Theilen gefunden, und wolle nun die Summe dieser Bestandtheile in 100 Ganzen ausdrucken;*

so sind:

$595 \times 100 : 1250 = 47{,}6$ Strontian
$605 \times 100 : 1250 = 48{,}4$ Salpetersäure
$50 \times 100 : 1250 = 4{,}0$ Wasser
und die Summe 100 Theile.

Sollen hingegen diese Massen in Dezimal-Brüchen bezeichnet werden, so findet man die denselben entsprechenden Brüche, indem man mit dem Total-Gewichte in das Gewicht jedes einzelnen Bestandtheiles dividirt. Es sind nähmlich:

595 : 1250 = 0,476 Strontian
605 : 1250 = 0,484 Salpetersäure
50 : 1250 = 0,040 Wasser
und die Summe 1,000 = 1.

§. 36.

Nicht in allen Fällen gehet jedoch die Division, wie in diesen Beyspielen, schon auf der zweyten oder dritten Dezimal-Stelle aus, sondern man erhält wohl auch 5 bis 6 und mehr Dezimal-Stellen im Quotienten; oder man findet wohl gar unvollständige Dezimal-Brüche (§. 11.), die sich nicht gänzlich auflösen lassen. Wenn nun dessen ungeachtet die Summe eine runde, und dennoch nur aus drey oder vier Ziffern bestehende Zahl seyn soll, so ist man gezwungen, je nach den vorwaltenden Umständen, entweder etwas hinzu zu setzen, oder etwas zu verwerfen.

Zur erläuternden Vergleichung nehme man an, man habe im vorigen Beyspiele $595\frac{3}{10}$ Theile Strontian, $604\frac{7}{10}$ Theile Salpetersäure und 50 Theile Wasser gefunden. Es wäre demnach auch;

$595\frac{3}{10} : 1250 = 0{,}47624$
$604\frac{7}{10} : 1250 = 0{,}48376$
$50 : 1250 = 0{,}04000.$

Wenn hierbey die beyden letzten Dezimal-Stellen wegfallen sollen, so wird (§. 12.) 0,47,624 in 0,476; 0,48376 hingegen in 0,484, und 0,04000 in 0,040 verändert, wodurch diese Angabe der obigen gleich wird.

b) *Vergleichung verschiedener Maſse und Gewichte mit einander durch Dezimal-Brüche.*

§. 37.

Wenn nun gleich der Chemiker, wie der Pharmazeute und Techniker, mit Hülfe der in der ersten Abtheilung dieses Abschnittes erörterten Bezeichnung der Massenverhältnisse durch Dezimal-Brüche allen jenen Irrungen, die aus der verschiedenen Eintheilung und Gröſse der Gewichte zu entspringen pflegen, ausweichen kann, so ist ihm die Kenntniſs dieser Gewichte darum noch nicht entbehrlich. Eine genaue Bekanntschaft mit der Gröſse und mit den Unterabtheilungen der in allen zivilisirten Ländern gebräuchlichen Gewichte muſs ihm vielmehr, selbst wenn man das merkantilische Interesse nicht in Anschlag bringen wollte, schon in medizinischer Hinsicht überaus wichtig seyn; denn die Aerzte können sich, da in ihren Arzeney-Formeln nicht nur das zwischen den Bestandtheilen der Arzeneyen Statt habende Verhältniſs, sondern zugleich auch die absolute Menge jedes einzelnen Bestandtheiles, so wie des Ganzen, zu bestimmen ist, bey der Verfassung dieser Formeln keiner allgemeinen Ausdrücke bedienen, und müssen folglich die in denselben vorkommenden Gröſsen nach gemeinen Theilen des in ihren Aufenthaltsorten vorgeschriebenen Pfundes angeben.

§. 38.

Da nun aber die Pfunde verschiedener Länder in ihrer absoluten Gröſse, ja selbst in ihren Unterabtheilungen oft sehr stark von einander abweichen (§. 24.), so würde man unvermeidlich in manchen Fehler verfallen, wenn man jene Arzeney-Formeln, ohne Berücksichtigung dieser Verschiedenheit, in allen Ländern befolgen wollte. Viele Gelehrte haben daher so wohl in früheren, als in den neueren Zeiten, zur Vermeidung solcher Fehler, Vergleichungstafeln entworfen, in denen alle zu vergleichenden Gewichte als Einheiten aufgestellt sind und zugleich ihr Werth in verschiedenen Rubriken durch Grane (oder überhaupt durch die kleinsten Theile des Pfundes) mehrerer anderer Gewichte ausgedruckt ist. Oder man hat diesen Tabellen wohl auch die Einrichtung gegeben, daſs man eines von diesen Gewichten als Einheit betrachtet, alle übrigen aber, wenn sie kleiner waren, als Dezimal-Bruchtheile dieser Einheit, und wenn sie gröſser waren, als gemischte Zahlen derselben eingeschaltet

und verglichen hat. Solche Tabellen gewähren eine überaus grofse Bequemlichkeit, und kommen, obgleich denselben jene mathematische Genauigkeit in der Vergleichung, die wohl zu wünschen wäre, zur Zeit noch mangelt, der Wahrheit dennoch so nahe, dafs man in medizinischer Hinsicht, wobey eben darum, weil man nur mit kleinen Quantitäten zu thun hat, die vorhandenen Differenzen nicht multiplizirt und folglich auch nicht vergröfsert werden, zufrieden seyn kann.

§. 39.

Einige der ersten ausführlichen und vielleicht unter allen die vollständigsten Vergleichungstafeln dieser Art verdanken wir dem um Oesterreich, wie um das ganze wissenschaftliche Publikum so hoch verdienten, aber leider nur zu früh verstorbenen Freyherrn v. Vega *). Seit dem haben indessen auch mehrere andere verdiente Männer diesen Gegenstand bearbeitet, und eine Mühe darauf verwendet, die nur derjenige ihrem ganzen Umfange nach zu würdigen weifs, der selbst mit ähnlichen Untersuchungen zu thun gehabt hat; aber noch immer ist es nicht bis dahin gediehen, dafs in diesem schwankenden Felde eine vollkommene Uebereinstimmung erlangt worden wäre. Immer noch legen gleichzeitige Mathematiker einem und demselben Gewichte verschiedene Gröfsen bey; was aber auch nicht wohl anders zu erwarten ist, wenn man bedenkt, dafs alle Data zu solchen Vergleichungen durch praktische Abwiegungen gesucht werden, und dafs man sich hierbey der Gewichte bedienen mufs, die, wenn auch das Total-Gewicht vollkommen richtig wäre, denn doch in ihren Unterabtheilungen mehr oder weniger mangelhaft sind. Um nun nichts zu versäumen, was näher an die Wahrheit führen könnte, habe ich die neuesten Angaben über diesen Gegenstand mit einander und mit jenen des verstorbenen Vega verglichen, und dabey gefunden, dafs kein hinreichender Grund vorhanden ist, um dessentwillen irgend eine andere Gewichtsvergleichung der seinigen vorgezogen werden könnte. Aus dieser Ursache, und weil die von diesem Gelehrten entworfenen Tabellen bereits in sehr vielen Händen sind, habe ich, da ich für den gegenwärtigen Zweck eine solche Vergleichungstafel beyfügen wollte, diese zur Grundlage angenommen und auf diese Weise in der Tabelle VI. mehrere der gebräuchlichsten Gewichte zusammen gestellt, und in vier verschiedenen Rubriken, nähmlich nach Milligrammen des neufränkischen oder so genannten natürlichen Gewichtes, nach Köllnischen Richtpfennigen, nach Holländischen Assen und nach Wiener Apotheker-Granen verglichen.

§. 10.

Wie nun mit Hülfe dieser Tabelle die verschiedenen Gewichte zu vergleichen sind, ist zwar, wofern nähmlich die Vergleichung nach Französischen Milligrammen, nach Köllnischen Richtpfennigen, nach Holländischen Assen oder nach Wiener Apotheker-Granen geschehen soll, sehr leicht aus der Einrichtung dieser Tabelle selbst abzunehmen; denn man darf nur aus jeder dieser Rubriken die den beyden zu vergleichenden Gewichten gegen über stehenden Zahlen ausheben und gegen einander halten. So z. B. findet man das Verhältnifs des Berliner Handelspfundes zum Nürnberger Handelspfunde

nach Milligrammen	=	568461,2	:	509781,	
— Köllnischen Richtpfennigen	=	131307	:	142888,	
— Holländischen Assen	=	9750	:	10610	und endlich
— Wiener Apotheker-Granen	=	6424,5	:	6991,1.	

Wollte man aber nach einem andern Gewichte, z. B. in Nürnberger Handelsgewicht bestimmen, wie sich jene beyden Gewichte gegen einander verhalten, oder, was eben dasselbe ist, wie viel Nürnberger Handelsgewicht dem Berliner Handelspfunde gleich sey; so läfst sich dieses unmittelbar in der Tabelle nicht finden; sondern es mufs erst mit Hülfe der Rechnung aus drey bekannten Zahlen die vierte unbekannte gesucht werden. Im gegenwärtigen Beyspiele sage man daher, nachdem man den Werth der zu vergleichenden Gewichte aus einer der vier Spalten in gleichnahmigen Gröfsen, z. B. in Holländischen Assen, ausgehoben hat, nach der goldenen Regel (§. 22.):

*) Natürliches Münz-, Mafs- und Gewichts-System von Georg Freyherrn v. Vega. Wien bey Degen 1803.
Eben desselben logarithmisch-trigonometrisches Handbuch. Leipzig bey Weidmann 1800.
Eben desselben Vorlesungen über die Mathematik. Zweyte Auflage. 1. Band. Wien 1793.

Wie sich 10610 Holländische Afs (= dem Nürnberger Handelspfunde) zu 9750 Afs (= dem Berliner Handelspfunde) verhalten, so verhält sich auch ein Nürnberger Pfund zur gesuchten Zahl;

oder durch die Regel de tri:

10610 Holländ. Afs geben 1 Nürnberger Pfund, wie viel geben 9750 Holländ. Afs?

(§. 22.)

```
1061(0|975000(0|0,918944
       9549
       2010
       1061
        9490
        8488
       10020
        9549
          4710
          4244
           4600
           4244
            416 u. s. w.;
```

wobey man 0,918944 im Quotienten erhält. Das Nürnberger Handelspfund verhält sich folglich zum Berliner Handelspfunde wie 1 (= 1,000000) zu 0,918944; oder 1 Pfund Berliner Handelsgewicht wiegt 0,918944 (abgekürzt 0,9189) des Nürnberger Handelspfundes.

§. 41.

Nach eben denselben Regeln kann aber diese Vergleichung auch aus dem Verhältnisse jener Zahlen, die das Nürnberger und Berliner Handelspfund in Französischen Milligrammen, in Köllnischen Richtpfennigen und in Wiener Apotheker-Granen ausdrucken, gefunden werden; denn

$$468461{,}2 \times 1 : 509781{,}8 = 0{,}9189$$
$$131307 \times 1 : 142888 = 0{,}9189 \text{ und}$$
$$6424{,}5 \times 1 : 6991{,}1 = 0{,}9189.$$

§. 42.

Obgleich nun durch den eben erklärten Gebrauch der Tabelle VI. alle in derselben aufgestellten Gewichte leicht mit einander verglichen werden können, so dürfte es dennoch manchem Leser willkommen seyn, wenn er in gewissen Fällen alle ihm vorkommenden Aufgaben dieser Art ohne Rechnung zu lösen vermöchte. Es sind daher, und zwar hauptsächlich darum, weil dieser Gegenstand der gröfsten Aufmerksamkeit würdig ist, in der Tabelle VII. die Eintheilungen der bekanntesten Medizinal-Gewichte und des in der neueren Zeit bey chemischen Versuchen oft angewendeten neufränkischen so genannten natürlichen Gewichtes aufgezeichnet, in der Tabelle VIII. aber alle diese Gewichte bis auf ihre kleinsten Unterabtheilungen mit einander verglichen worden.

§. 43.

Der Nutzen dieser beyden Tabellen, und hauptsächlich der letzteren derselben, wird zwar schon bey dem ersten Anblicke jedem Arzte und jedem Pharmazeuten in die Augen fallen und ihn überzeugen, dafs man bisher gegen den Unterschied, welcher zwischen den Medizinal-Gewichten verschiedener Länder Statt findet, bey weiten zu gleichgültig gewesen ist; dennoch mögen einige Beyspiele diese Behauptung noch mehr bekräftigen.

1) *Ein Deutscher Arzt will von den Erfahrungen eines Oesterreichischen Arztes Gebrauch machen, und fragt sich: wie viel er von irgend einem vorgeschriebenem Mittel in Berlin geben müsse, wenn jener in Oesterreich eine Drachme verordnet hat?*

Man suche also in der ersten Kolumne der Tabelle VIII. die Oesterreichische Drachme auf, und sehe nach, welche Zahl derselben in der mit „*Gran des Deutschen Medizinal-Gewichtes*“

überschriebenen achten Spalte gegen über stehet. Man findet daselbst die Zahl 70,46; der Deutsche Arzt mufs also, wenn sein Kranker die gemeinte Gabe vollständig erhalten soll, in Berlin, Dresden, Nürnberg u. s. w. $70\frac{46}{100}$, oder, mit Hinweglassung der kleinen Bruchtheile, 70 Gran verordnen.

2) *Ein aus Venedig kommender Reisender bringet ein von einem Venetianischen Arzte verordnetes Rezept, in welchem eine Drachme von irgend einer Arzeney vorgeschrieben ist, in eine Oesterreichische Apotheke, und es entstehet nun die Frage: wie viel der Apotheker in Oesterreichischem Medizinal-Gewichte verabreichen müsse?*

Zur Beantwortung dieser Frage suche man in der ersten Spalte der Tabelle VIII. die Venetianische Drachme, in der vierten aber ihren Werth in Oesterreichischen Apotheker-Granen. Man findet dort die Zahl 43,14; der Patient wird also bekommen, was sein Arzt wollte, wenn ihm in einer Oesterreichischen Apotheke $43\frac{14}{100}$, oder nach Hinweglassung des Bruches 43 Gran gereicht werden.

Hätte man in diesen beyden Beyspielen auf die Verschiedenheit der Medizinal-Gewichte nicht achten wollen, so würde der Deutsche Arzt seinem Kranken zu wenig verordnet, der Oesterreichische Apotheker aber seinem Kunden zu viel verabreicht, und beyde würden gefehlt haben. Wenn man nun gleich zugeben kann, dafs solche Verstöfse in vielen Fällen als unbedeutend angesehen werden können; so mufs man auf der andern Seite dennoch auch eingestehen, dafs eine Differenz, die beynahe $\frac{1}{3}$ des Ganzen beträgt, bey heroischen Arzeneymitteln wichtige und für den Kranken überaus nachtheilige Folgen nach sich ziehen kann.

§. 44.

Nach eben den Regeln, die im Vorigen (§. 37 u. s. f.) beschrieben worden sind, hat man auch die Längen-, Körper- und Hohlmafse in eigenen Tabellen verglichen; aber diese Vergleichungen sind noch bey weiten schwankender, als die Gewichtsvergleichungen, weil die genaue Abmessung gleicher Längen und Voluminum bekanntlich mit weit gröfseren Schwierigkeiten verbunden ist, als die Bestimmung der Gewichte. Ich glaube daher, eine weitläuftige Erörterung dieses Gegenstandes um so mehr mit Stillschweigen übergehen zu können, als dieselbe mit dem Zwecke dieser Schrift in keiner näheren Beziehung stehet, und überhaupt dem Chemiker, wie dem Pharmazeuten und Techniker, die Abmessung seiner Quantitäten nach dem schwankenden Mafse des Volumens durchaus nicht anzurathen ist.

c) Bezeichnung des spezifischen Gewichtes durch Dezimal-Brüche.

§. 45.

Da die Bezeichnung des spezifischen Gewichtes durch Dezimal-Brüche nur dann erst verstanden werden kann, wenn man sich vorher über den Begriff vom spezifischen Gewichte deutlich unterrichtet hat; so kann dieselbe hier füglich hinweg gelassen und an den folgenden Abschnitt übertragen werden, der die Lehre vom spezifischen Gewichte, ausführlich behandelt, enthalten wird.

Zweyter Abschnitt.

Die Lehre vom spezifischen Gewichte.

A. Erklärung des Begriffes vom spezifischen Gewichte.

§. 46.

Man würde sich tief in das graue Alterthum der Vergangenheit verlieren, wenn man untersuchen wollte, in welcher Zeit die Menschen zuerst wahrgenommen haben, dafs die natürlichen Körper bey gleicher Gröfse und Ausdehnung dennoch ein verschiedenes Gewicht haben können. So viel ist indessen gewifs, dafs schon die ersten vernünftigen Menschen diese auffallende Eigenschaft der Körper entdecken mufsten; denn schon dadurch, dafs sie etwa einen Stein und ein Stück Holz von gleicher Gröfse mit den Händen abwogen, mufste sie sogleich ihr eigenes Gefühl von dem grofsen Abstande in der Schwere dieser Substanzen unterrichten; oder sie durften wohl auch beyde in das Wasser werfen, und bemerken, dafs das Erstere sich schwimmend auf der Oberfläche desselben erhielt, während der Letztere zu Boden sank, um aus diesen Erscheinungen jene Eigenschaften zu folgern. Diese ersten Begriffe mögen nun freylich Anfangs ziemlich undeutlich gewesen seyn; dafs sie aber nicht lange in einem solchen Zustande geblieben sind, lehrt uns die Geschichte, die uns erzählt: „es habe Archimedes schon im Jahre 3770 n. E. d. W. zu Syrakusa die Kunst erfunden, aus dem Gewichtsverluste eines unter das Wasser getauchten Körpers auf die Masse desselben zu schliefsen, und mit Hülfe derselben dem Könige Hieron von Syrakusa den Gehalt seiner Krone an Gold und Silber berechnet" *).

§. 47.

Wenn man nun gleich die Wahrheit dieser Geschichte in Zweifel ziehen könnte, so beweiset uns dennoch schon das Alter der Erzählung selbst, dafs die Menschen bereits in den frühesten Zeiten nicht nur über den grofsen Abstand in der Schwere der Hölzer und Steine, sondern sogar auch über jene minder in die Augen fallenden Differenzen, die, bey gleicher Ausdehnung, zwischen der Schwere von Metallen und Metallen gefunden werden, unterrichtet gewesen sind. Eben so leicht konnte ihnen aber diese Eigenschaft auch bey flüssigen Körpern bemerkbar werden; denn obgleich bey diesen der Unterschied der Schwere oft sehr geringfügig ist, so mufste er dennoch bey gröfseren hin und her zu tragenden Massen, wobey er einen beträchtlichen Unterschied im Total-Gewichte verursachet, auffallend seyn, und in vielen andern Fällen, ja sogar bey den Speisen, wo so oft Fett oder Oehl mit Wasser zusammen gemengt sind, und die beyden Ersteren auf dem Letzteren schwimmend erscheinen, wahrgenommen werden können.

*) Vitruv. IX. 3.

§. 48.

Die ersten Erfahrungen über diesen Gegenstand wurden in der Folge durch immer neuere Entdeckungen vermehrt, und so fand man endlich, daſs die Eigenschaft eines verschiedenen Gewichtes bey gleicher Gröſse und Ausdehnung, oder, was dasselbe ist, einer verschiedenen Ausdehnung bey gleichem Gewichte, allen natürlichen Körpern zukomme; und daſs eine und dieselbe Art von Körpern, sie möge nun wo immer vorkommen, im reinen unverfälschten Zustande, einige kleine, meistens nur zufällige Abweichungen ausgenommen, im Verhältnisse gegen alle andere Körper, bey gleicher Ausdehnung immer nur ein und dasselbe, und ihr vor allen andern eigenthümliche Gewicht behaupte. Eine so merkwürdige Eigenschaft zog um so schneller die ganze Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich, als sie in vielen Fällen zu einem untrieglichen und charakteristischen Kennzeichen der natürlichen Körper dienen konnte. Man suchte daher alle auf diese Eigenschaft Beziehung habenden Erfahrungen sorgfältig zusammen, trug sie in die Denkbücher der Wissenschaften ein, und belegte in der Folge, um für diese wichtigen Erscheinungen einen Kunstausdruck zu haben, jenes Gewicht, wodurch ein und derselbe Körper sich bey gleichem Volumen, d. i. bey gleicher Gröſse und Ausdehnung, von andern Körpern unterscheidet, mit der auszeichnenden und wohlgewählten Benennung: spezifisches Gewicht (eigenthümliches Gewicht, spezifische Schwere, *pondus specificum, gravitas specifica)*.

§. 49.

Das spezifische oder eigenthümliche Gewicht irgend eines Körpers ist also nichts anderes, als das Verhältniſs seines Gewichtes gegen den Raum, den er einnimmt, oder sein Gewicht in gegebenem Raume. Es ist demnach auch der Begriff vom spezifischen Gewichte nur relativ, da er sich nicht allein auf das Gewicht des Körpers, sondern zugleich auch auf sein Volumen beziehet; und hierin liegt eigentlich der Unterschied zwischen dem spezifischen und absoluten Gewichte, welches letztere immer ohne Berücksichtigung des Raumes, den ein zu wägender Körper einnimmt, auf der Wage bestimmt wird. Man kann folglich auch immer nur beziehungsweise von dem spezifischen Gewichte eines Körpers sprechen, indem man nähmlich zugleich mit dem absoluten Gewichte desselben entweder seine Gröſse und Ausdehnung, oder das absolute Gewicht eines gleichgroſsen Volumens irgend eines andern Körpers vergleichungsweise mit in Betrachtung ziehet. So kann man z. B. das eigenthümliche Gewicht des Quecksilbers an und für sich selbst nicht angeben, sondern man kann bloſs bestimmen, wie viel es in gegebenem Raume wiegt, oder auch, wie sich sein eigenthümliches Gewicht in scharf abgemessenem Raume zum eigenthümlichen Gewichte irgend eines andern Körpers von derselben Gröſse und Ausdehnung verhält. Man kann also entweder im ersten Falle sagen:

ein Wiener Kubik-Zoll Quecksilbers wiegt 3394,3 Gran;

oder im zweyten Falle bemerken, daſs dasselbe, bey gleichem Volumen, 14 Mahl so viel wiegt als reines Wasser, und sagen:

das spezifische Gewicht des Quecksilbers verhält sich zum spezifischen Gewichte des Wassers = 14 : 1 (d. i. wie 14 zu 1).

§. 50.

Die erste unter den eben genannten Methoden zur Bezeichnung des spezifischen Gewichtes möchte nun freylich, wenn sie bloſs theoretisch beurtheilt wird, die richtigste, einfachste und am leichtesten ausführbare zu seyn scheinen; denn man könnte glauben, es käme bey ihrer Anwendung bloſs darauf an, daſs man ein gewisses Volumen des zu untersuchenden Körpers auf der Wage abwäge, um sogleich auch das spezifische Gewicht desselben zu erfahren; allein bey der praktischen Ausführung findet man das ganz anders. Die scharfe Abmessung eines bestimmten Volumens, z. B. eines Kubik-Zolles, Kubik-Fuſses u. s. w. ist nähmlich nicht nur an sich schon mit so vielen Schwierigkeiten verknüpft, daſs sogar die fleiſsigsten Mathematiker an ihrer Ausführbarkeit beynahe verzweifelt haben; sondern sie ist auch, selbst wenn diese Hindernisse zu besiegen wären, in vielen Fällen, z. B. bey festen Körpern, und vorzüglich bey Edelsteinen, deren Form ohne den Verlust ihres Werthes nicht verletzt werden darf, ganz und gar nicht anwendbar; ja, sie würde schon darum nicht zu

empfehlen seyn, weil die Längen- und folglich auch die Kubik-Masse immer weniger richtig sind, als Gewichte, und eine genaue Unterabtheilung solcher Masse überhaupt ein sehr missliches Unternehmen ist. Diesen Umständen muss es zugeschrieben werden, dass man bereits vor vielen Jahren von der ersten dieser Methoden abgegangen und zur zweyten übergetreten ist, nach welcher die spezifischen Gewichte der zu untersuchenden Körper mit dem spezifischen Gewichte irgend eines andern Körpers von bekannten Eigenschaften verglichen werden; ja, dass man sogar in jenen Fällen, in denen man das Gewicht eines Kubik-Masses der zu untersuchenden Körper wissen will, vorher nach dieser Methode ihr spezifisches Gewicht erforschet und dann erst aus diesem, mit Hülfe der Rechnung, auch das absolute Gewicht des Kubik-Masses folgert. Jener Körper, dessen man sich bey solchen Versuchen allgemein zur Vergleichung bedienet, ist das von allen fremden Beymischungen befreyte reine oder destillirte Wasser; und die seltene Uebereinstimmung, mit welcher alle Gelehrte sich hierüber so leicht vereiniget haben, beweiset sattsam die wohlgetroffene Wahl. Das reine Wasser, es möge nun durch die Destillation künstlich bereitet oder durch die unmittelbare Aufsammlung der Regentropfen gewonnen worden seyn, ist ein Körper, der zu allen Zeiten und in allen bekannten Theilen der Welt ohne Schwierigkeit, und beynahe ohne Kosten zu bekommen ist, dessen spezifisches Gewicht unter allen Umständen am wenigsten veränderlich gefunden wird; und endlich ein Körper, der, wie späterhin gezeigt werden soll, zu solchen Untersuchungen vorzüglich geeignet ist.

§. 51.

Da nun, wie es sich aus dem Vorhergegangenen deutlich ergibt, das spezifische Gewicht irgend eines in der Frage stehenden Körpers an und für sich selbst nie bestimmt, sondern immer nur eine Vergleichung desselben mit dem spezifischen Gewichte irgend eines andern Körpers, und zwar nach getroffener Uebereinkunft (§. 50.) mit dem des Wassers gegeben werden kann, so folgt daraus, dass die Frage: *Welches ist das spezifische Gewicht eines Körpers?* in die beyden folgenden Fragen zerfällt:

1) *Wie viel beträgt das absolute Gewicht eines bestimmten Volumens des zu untersuchenden Körpers?*

2) *Wie viel beträgt das absolute Gewicht eines gleichgrossen Volumens Wassers?*

Die zur Beantwortung dieser beyden Fragen aufgefundenen Gewichte in Zahlen ausgedruckt, geben alsdann auch die richtige Vergleichung der spezifischen Gewichte beyder Körper; und es ist daher überaus nützlich und nothwendig, dass man sich jene beyden Fragen bey allen solchen Untersuchungen immer gegenwärtig halte. Eben so nöthig ist es aber, dass man bey diesen Bestimmungen auch die Wärmegrade angebe, bey welchen sie gesucht worden sind; denn alle natürlichen Körper haben die Eigenschaft mit einander gemein, sich bey steigender Wärme mehr und mehr auszudehnen, bey abnehmender hingegen ebenmässig zusammen zu ziehen; ja, viele derselben befolgen bey gleicher Veränderung der Temperatur ein sehr verschiedenes Gesetz der Ausdehnung; und man würde sich folglich, wenn man diese Vorsicht versäumen sollte, bey Versuchen, auf deren Resultate das Volumen der Körper einen so bedeutenden Einfluss hat, in ein unendliches Labyrinth von Täuschungen verlieren müssen.

§. 52.

Hat man aber unter Beobachtung dieser Vorsichtsregeln die beyden Gewichte, nähmlich jenes des zu prüfenden Körpers, und das eines gleichen Volumens Wasser bestimmt, so ist damit auch das spezifische Gewicht des erstern gefunden; welches man sodann bloss durch die Zusammenstellung der beyden gefundenen Gewichte in Zahlen ausgedruckt, bezeichnen kann. Gesetzt:

> Man habe bey einer Wärme von + 14° nach Reaumurs Thermometer *) das absolute Gewicht irgend eines Körpers = 350 Gran, das absolute Gewicht eines gleich grossen Volumens Wassers hingegen = 400 Gran gefunden;

so sagt man:

> Das spezifische Gewicht dieses Körpers verhält sich bey + 14° Reaum. Therm. zum spezifischen Gewichte des Wassers = 350 : 400 (d. i. wie 350 zu 400);

*) Wer über die Einrichtung der Thermometer einige Belehrung nöthig haben sollte, findet sie weiter unten im Anhange (§. 382.).

und jeder Unterrichtete wird, wenn ihm dieser Ausdruck in irgend einer Schrift vorkommen sollte, den beabsichtigten Begriff damit verbinden und wissen, dafs 350 Gewichtstheile des geprüften Körpers eben so viel Raum einnehmen müssen, als 400 Gewichtstheile Wassers.

B. Bezeichnung des spezifischen Gewichtes durch Dezimal-Brüche.

§. 53.

Ob wohl sich nun gegen die Richtigkeit der vorhin gelehrten Bezeichnung des spezifischen Gewichtes nichts einwenden läfst, so ist sie dennoch überaus unbequem und oft sogar unzureichend. Unbequem ist sie, weil jenen beyden Zahlen immer noch mehrere erläuternde Worte beygefügt werden müssen. Unzureichend aber ist sie dann, wenn eine leichte Uebersicht in der Vergleichung der spezifischen Gewichte mehrerer Körper beabsichtiget wird; so wie auch in jenen Fällen, wo das spezifische Gewicht irgend eines Körpers in sehr zusammen gesetzten Rechnungen ein Glied der Rechnungs-Formel ausmachen soll: denn in beyden Fällen mufs jenes in zwey Zahlen ausgedruckte Verhältnifs vorher, unter gewissen Voraussetzungen, wiederhohlt bezeichnet und auf einen neuen Ausdruck reduzirt werden. Die Gelehrten sind daher schon vor mehreren Jahren auf die Beseitigung dieser Mängel bedacht gewesen, indem sie den Vorschlag gethan haben, man solle auch hier (wie bey der Andeutung der Massenverhältnisse) (§. 30.) die Vergleichung der spezifischen Gewichte immer auf die runde Zahl von 1000 Theilen Wassers beziehen, und also, wenn bey den Versuchen eine gröfsere oder geringere Quantität des Wassers verglichen worden sey, vorher durch Rechnung auch das Verhältnifs zu 1000 Theilen Wassers suchen, und dann erst die dasselbe ausdruckende Zahl anschreiben. Man hoffte auf diesem Wege zur gröfsten Vereinfachung des Ausdruckes zu gelangen, indem man beschlofs, das spezifische Gewicht des Wassers, als allgemein für = 1000 anerkannt, voraus zu setzen, und also allein das mit ihm verglichene Gewicht des untersuchten Körpers nieder zu schreiben.

§. 54.

Nach diesem Vorschlage müfste demnach im obigen Beyspiele (§. 52.), woselbst nur 400 Theile Wassers zur Vergleichung gedient hatten, das Verhältnifs zu 1000 Theilen Wassers nach der goldenen Regel durch die Auflösung des folgenden Ansatzes gesucht werden:

Wie sich 400 *Theile Wassers zu* 1000 *Theilen Wassers verhalten; so verhalten sich auch* 350 *Theile des geprüften Körpers zur gesuchten Zahl;*

oder durch die Regel de tri (§. 22.):

Wasser — unters. Körper — Wasser
400 Theile geben 350 Theile wie viel geben 1000 Theile

```
        350
        1000
4(00 | 3500(00 | 875
     | 32
       30
       28
        20
        20
        --
```

Das Verhältnifs wäre also = 875 : 1000 (wie 875 zu 1000); und man könnte folglich, wenn das spezifische Gewicht des Wassers ein für alle Mahl als = 1000 vorausgesetzt würde, ganz kurz sagen: das spezifische Gewicht des untersuchten Körpers sey = 875.

§. 55.

Diese allerdings sehr grofse Vereinfachung des Ausdruckes für das spezifische Gewicht erlangte sogleich einen allgemeinen Beyfall, und mehrere Chemiker brachten dieselbe in ihren Schriften häufig zur Anwendung. Allein in der Folge bemerkte man dennoch sehr bald auch die Mängel dieses Verfahrens; man fand nähmlich, dafs sich in vier Ziffern sehr kleine Differenzen im spezifischen Gewichte nicht immer ausdrucken liefsen, wie dieses z. B., wenn das

Gewicht eines untersuchten Körpers = 210, das Gewicht einer gleichen Menge Wassers aber = 160 angenommen wird, in der folgenden Auflösung geschieht (§. 22.).

160 geben 210, wie viel geben 1000?

```
        210
        1000
16(0|21000(0|1312
    |16     |
      50
      48
       20
       16
        40
        32
         8 u. s. w.
```

In diesem Beyspiele müſste man, weil die Division nach vier im Quotienten erhaltenen Ziffern noch einen Rest von $\frac{8}{16} = \frac{1}{2} = 0{,}5$ übrig läſst, diesen Rest entweder verwerfen, oder, wenn eine scharfe Angabe des gefundenen Quotienten erforderlich wäre, als einen gemeinen Bruch anhängen; oder endlich wäre man gezwungen das Wasser = 10000 anzunehmen, und dann durch Ausführung jener Rechnung

160 geben 210, wie viel geben 10000?

```
        210
        10000
16(0|210000(0|13125
    |16      |
      50
      48
       20
       16
        40
        32
         80
         80
          -
```

den vollständigen Ausdruck in ganzen Zahlen zu suchen und zu sagen: das spezifische Gewicht sey = 13125. In allen Fällen aber wäre die Absicht verfehlt; denn im ersten Falle müſste man sich alle jene Unbequemlichkeiten gefallen lassen, welche in zusammen gesetzten Rechnungen durch gebrochene Zahlen herbey geführt werden; so wie man im zweyten Falle nothgedrungen wäre, das spezifische Gewicht des Wassers bald als 1000, bald als 10000, ja, bey noch kleinern Differenzen, wohl auch in noch weit gröſsern Zahlen anzugeben, und also auf eine sich immer gleich bleibende Voraussetzung Verzicht zu leisten.

§. 56.

Diese Umstände sind es, um derentwillen man endlich auf den glücklichen Einfall gerieth, das spezifische Gewicht des Wassers als = 1 anzunehmen, die spezifischen Gewichte der zu vergleichenden Körper aber (wie oben die Massenverhältnisse §. 30.), wenn sie geringer waren, als das des Wassers, in Dezimal-Bruchtheilen, und wenn sie gröſser waren, durch gemischte Zahlen dieser Einheit auszudrucken. Man weichet auf diesem Wege nicht nur allen oben angeführten Schwierigkeiten aus, sondern erzwecket über dieſs noch eine groſse Abkürzung in der Rechnung; denn weil hierbey das Wasser als = 1 angenommen wird, so fällt die Multiplikation, welche die erste Hälfte der Regel de tri ausmachet, gänzlich hinweg. Um sich hiervon zu überzeugen, darf man nur die beyden vorhin angeführten Aufgaben (§. 55.) auch nach dieser Regel auflösen. Das erste Beyspiel lautete:

400 geben 350; wie viel geben 1000?

nun aber wird es abgeändert in:

400 geben 350; wie viel gibt 1?

350 mit 1 multiplizirt bleibt 350, und man hat folglich nichts weiter zu thun, als 350 mit 400 zu dividiren. Wird dieses (§. 9.) vollzogen,

```
400|3500|0,875
   |3200|
    3000
    2800
     2000
     2000
       -
```

so erhält man den Quotienten 0,875, welcher dann der richtige Ausdruck für das gesuchte spezifische Gewicht ist; denn 0,875 verhalten sich zu 1,000 wie 875 zu 1000.

Eben so verfährt man auch im zweyten Beyspiele, indem man die Aufgabe

160 geben 210, wie viel geben 1000?

folgender Massen verändert:

160 geben 210, wie viel gibt 1?

210 $\times$ 1 bleibt 210, und es ist folglich nur noch die Division dieser Zahl mit 160 übrig. Wird diese ausgeführt (§. 9.),

```
160|210|1,3125
   |160|
    500
    480
     200
     160
      400
      320
       800
       800
        -
```

so erhält man den in allen Fällen richtigen Ausdruck für das gesuchte spezifische Gewicht = 1,3125; denn 1,3125 : 1 = 1312½ : 1000, aber auch = 13125 : 10000.

§. 57.

Da nun, wie diese Beyspiele zeigen, wie aber auch die Erfahrung in allen übrigen Fällen lehren wird, das spezifische Gewicht des Wassers (die spezifischen Gewichte der zu prüfenden Körper mögen nun in 2, 3, 4, 5 oder 10 und noch mehr Ziffern auszudrucken seyn) bey diesem Verfahren immer nur durch 1 bezeichnet wird, so folget daraus, dafs man, weil nie eine Multiplikation nöthig ist, auch die ganze Regel de tri entbehren und gleichwohl durch willkührliche Fortsetzung der Dezimal-Brüche (§. 16.) sogar die kleinsten Differenzen des spezifischen Gewichtes anzeigen kann. Auch wird dadurch die Formel zur Berechnung des spezifischen Gewichtes auf folgende einfache Regel reduzirt:

Das Gewicht eines gegebenen Volumens des zu untersuchendeu Körpers, dividirt mit dem Gewichte eines gleichen Volumens Wassers, gibt das spezifische Gewicht des untersuchten Körpers;

oder, wenn man für immer voraussetzet, dafs die Volumina der zu vergleichenden Körper gleich grofs seyn sollen, noch viel kürzer:

Das Gewicht des zu untersuchenden Körpers, dividirt mit dem Gewichte des Wassers, gibt das spezifische Gewicht des erstern.

Man hat also, um das spezifische Gewicht eines gegebenen Körpers zu bestimmen, nichts anderes zu thun, als zuerst das absolute Gewicht desselben und das absolute Gewicht einer gleichen Menge Wassers zu suchen, und dann jenes mit diesem zu dividiren.

Diese, in allen vorkommenden Fällen zureichende und dennoch so einfache Methode wird nun bereits von den meisten Naturforschern befolgt, sie ist daher auch in allen hier nachfolgenden Beyspielen angewendet worden; und man darf erwarten, dafs auch jene wenigen Chemiker, welche es bisher noch nicht gethan haben, wenn sie dereinst mit ihren Vorzügen werden vertrauter geworden seyn, ihr endlich huldigen werden.

C. Von den Mitteln zur Erforschung des spezifischen Gewichtes.

§. 58.

Die Mittel zur technischen Ausführung solcher Versuche, die bey der Erforschung des spezifischen Gewichtes wesentlich erforderlich sind, und deren Beschreibung hier folgen soll, sind zwar sehr mannigfaltig und verschieden; alle lassen sich jedoch auf gleiche Grundsätze zurück führen, alle gründen sich auf jene beyden Fragen (§. 51.), um deren Beantwortung es eigentlich zu thun ist. Man erforschet nähmlich das spezifische Gewicht der Körper entweder

a) mit Hülfe der hydrostatischen Wage; oder

b) auf der gemeinen Wage; oder

c) durch die Araeometer.

Unter allen zu dieser Absicht dienenden Hülfsmitteln aber ist die hydrostatische Wage das vorzüglichste; denn ihre Anwendbarkeit erstrecket sich auf alle möglichen vorkommenden Fälle; während die übrigen, obgleich zu einigen Arten von Versuchen vorzüglich geeignet, zu andern doch nur mit gewissen Einschränkungen, zu noch andern hingegen auf keine Weise gebraucht werden können.

a) Erforschung des spezifischen Gewichtes der Körper mit Hülfe der hydrostatischen Wage.

§. 59.

Die hydrostatische Wage (*Taf. I. Fig.* 1.) ist zwar in ihren Haupttheilen den gemeinen Schalwagen ähnlich, da sie aus der Schere, dem Wagebalken und den beyden Wagschalen zusammen gesetzt ist; sie unterscheidet sich aber dennoch von diesen durch einen zartern Bau, durch eine gröfsere Empfindlichkeit, und hauptsächlich durch einige andere Bequemlichkeit gewährende Vorrichtungen, welche das Abwägen fester Körper unter dem Wasser vorzüglich begünstigen. Die Wage selbst hänget nähmlich auf einem eigenen dazu eingerichteten Stativ *f*, dessen Säule aus einem doppelten Cylinder *g*, *h*, zusammen gesetzt ist; so dafs sie mittelst einer im Kasten *i* angebrachten mechanischen Vorrichtung nach Belieben verlängert oder verkürzt, und also, je nach Umständen, zum Aufheben oder Niederlassen der Wage gebraucht werden kann. Durch einen ähnlichen Mechanismus können auch die beyden Teller *l*, *k*, auf und nieder geschoben, und zum Aufheben und Niederlassen der Wagschalen und des Wassergefäfses *o*, benutzt werden. Die Wagschale *a*, ist an ihrem Boden mit einem Häkchen *e*, versehen, woran die in das Wasser zu versenkenden Körper aufgehangen werden können; auch ist es sehr zuträglich, wenn man an diese Schale nach drey verschiedenen Richtungen auslaufende Drähte *b*, *c*, *d*, annieten oder anlöthen läfst; denn diese verhindern, bey jeder Störung des Gleichgewichtes, das Einsinken der Schale in das Wassergefäfs *o*, wodurch (vorausgesetzt, dafs der Durchmesser desselben gröfser sey, als der Durchmesser der Wagschale) diese hydrostatischen Versuche oft so sehr erschwert werden. Es gehören ferner zu dieser Wage:

- eine kleine aus Glas oder Metall verfertigte Nebenschale *Fig.* 2, *a*, welche nach Erfordernifs mittelst des daran befestigten Drahtes *b*, an das Häkchen der grofsen Wagschale (*Fig.* 1. *a*) aufgehangen wird;
- ein der Gröfse und Stärke der Wage angemessener, und an einem Pferdehaare oder an einem dünnen Faden hängender, massiver Glastropfen, *Fig.* 3.;
- ein ähnlicher Glastropfen, an einem Platin- oder Golddrahte hängend, *Fig.* 4; und endlich
- ein Körbchen von Messing- oder Silberdraht, *Fig.* 5. *a*, welches durch einen krumm gebogenen Draht *b*, an das Häkchen der Wagschale (*Fig.* 1. *e*) aufgehangen, und, wenn es die Umstände erfordern, mittelst eines Glastropfens der vorbeschriebenen Art *Fig.* 5. *c*, beschwert werden kann.

Diese wenigen Stücke, ein gut gearbeiteter Gewichtseinsatz und ein gläserner Wasserbehälter *Fig.* 1. *o*, machen den ganzen wesentlich nothwendigen Apparat aus, der zu allen möglichen hydrostatischen Abwägungen vollkommen zureichend ist.

§. 60.

Alle Eigenthümlichkeiten der eben beschriebenen Wage zielen, wie man schon aus ihrer Abbildung abgenommen haben wird, darauf ab, dafs man an ihre Wagschale feste Körper aufhängen und diese in tropfbare Flüssigkeiten einsenken und zugleich möge abwägen können;

und diefs ist auch wirklich der einzige Endzweck ihrer Einrichtung. Bey allen hierher gehörigen hydrostatischen Versuchen werden nähmlich, je nach Verschiedenheit der Umstände, entweder mit Pferdehaaren oder mit andern dünnen Fäden *Taf. I. Fig.* 3, oder mittelst des vorhin beschriebenen Platin- oder Golddrahtes, *Fig.* 4, feste Körper an die eine Schale der aufgezogenen hydrostatischen Wage aufgehangen, oder wohl auch, wenn sie leichter sind als das Wasser, in das an der Wage hängende Körbchen *Fig.* 5. a, eingeschlossen, oder, wenn sie schwerer sind, auf die kleine Nebenschale *Fig.* 2, gelegt; dann aber, durch Auflegung von Gewichten, auf die entgegen gesetzte Wagschale ins Gleichgewicht gebracht, und endlich durch Herablassung der Wage in die im Gefäfse *o* enthaltene Flüssigkeit versenkt.

§. 61.

So bald aber ein fester Körper in irgend eine Flüssigkeit einsinket, verliert er einen Theil seines Gewichtes; denn die Flüssigkeit dringet nun, mit ihrer ganzen Schwere, von allen Seiten auf denselben ein, hebet ihn, wenn er selbst leichter ist als die Flüssigkeit, durch ihren Druck schwimmend auf die Oberfläche, oder raubt ihm doch wenigstens, wenn er schwerer ist, einen ihrer eigenen Schwere angemessenen Theil seines Gewichtes; welcher sich alsdann dadurch, dafs man auf jene Wagschale, an welcher der eingesenkte Körper hänget, so viel Gewichte zuleget, als zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes erforderlich sind, genau bestimmen läfst. Der Verlust, den ein fester Körper bey dieser Gelegenheit erleidet, beträgt nach den durch Erfahrung gefundenen Gesetzen der Hydrostatik (jener Theil der Naturlehre, welcher vom Gleichgewichte der nicht elastischen Flüssigkeiten handelt) am Gewichte eben so viel, als eine dem Volumen desselben gleichgrofse Menge der Flüssigkeit, in welche er eingesenkt worden ist, betragen würde. Aus diesem Gewichtsverluste läfst sich hernach, wie man bey einigem Nachdenken sehr bald begreifen wird, auch die Verschiedenheit in der Schwere der bey diesen Versuchen angewendeten, so wohl festen als flüssigen Körper folgern, und mithin auch das gegenseitige Verhältnifs ihrer spezifischen Gewichte bestimmen. Einige Beyspiele mögen dieses näher beleuchten.

§. 62.

1) *Es sey das spezifische Gewicht einer gegebenen geistigen Flüssigkeit bey* + 14° *Reaum. Temp. zu suchen.*

Vor allen Dingen rufe man sich jene beyden Fragen ins Gedächtnifs, auf deren Beantwortung die Erforschung des spezifischen Gewichtes eigentlich beruhet (*§.* 51.):

1) Wie viel beträgt das absolute Gewicht des zu untersuchenden Körpers bey bestimmtem Volumen?

2) Wie grofs ist das absolute Gewicht einer dem Volumen nach gleichen Menge Wassers?

Da hier beyde zu vergleichende Körper flüssig sind, so kann das Gewicht beyder auf einem und demselben Wege gesucht werden; denn es ist gänzlich der Willkühr überlassen, wie grofs man dabey das Volumen nehmen will. Man giefse also zuerst die geistige Flüssigkeit in das Gefäfs *Taf. I. Fig.* 1, *o*, und versetze sie, je nachdem es die Umstände erfordern, entweder durch Erwärmung oder durch Abkühlung, in jenen Zustand der Wärme, der 14° Reaum. Temp. gleich ist (*§.* 51.). Man hänge ferner den vorhin beschriebenen Glastropfen (*§.* 59.) *Taf. I. Fig.* 3, mittelst eines Pferdehaares an das Häkchen *Taf. I. Fig.* 1. *e* der in die Höhe gezogenen Wage auf, und lege so lange Gewichte auf die entgegen gesetzte Wagschale, *Taf. I. Fig.* 1. *m*, bis die Wage ins Gleichgewicht kommt; dann aber lasse man die Wage wieder so weit herab sinken, oder schiebe die beyden Teller, *Taf. I. Fig. I. k*, *l*, so weit aufwärts, als nöthig ist, um den aufgehängten Glastropfen bis auf eine genau bestimmte Tiefe, etwa bis in die Gegend von *n*, unter die Oberfläche der Flüssigkeit einzutauchen. Während der Glastropfen auf diese Art einsinket, verliert er einen Theil seines Gewichtes (*§.* 61.) und die Wagschale *Taf. I. Fig.* 1. *a*, wird iglich in die Höhe steigen. Um nun zu erfahren, wie viel dieser Verlust betrage, darf man nur die Schale so lange mit Gewichten beschweren, bis die Wage ins Gleichgewicht tritt: die Summe der hierzu erforderlich gewesenen Gewichtstheile ist der Gewichtsverlust, den der Glastropfen während dem Einsinken erlitten hat, und zugleich das absolute Gewicht eines bestimmten und dem Glastropfen gleichgrofsen Volumens der untersuchten Flüssigkeit (*§.* 61.). Angenommen, dieser Verlust habe 350 Gran betragen, so wäre also die Antwort auf die erste Frage: 350 Gran.

Zur Beantwortung der zweyten Frage führt die Wiederhohlung des eben beschriebenen Verfahrens mit reinem destillirten Wasser. Man leere demnach das Gefäfs, *Taf. I. Fig.* 1. *o*,

aus, reinige und trockne dasselbe sorgfältig, und fülle es mit destillirtem und auf die Temperatur von 14° Reaum. gesetztem Wasser an. In dieses Wasser versenke man nun neuerdings, unter allen vorhin angeführten Handgriffen, eben denselben Glastropfen *Taf. I. Fig.* 3. bis zur bestimmten Tiefe, um zu erfahren, wie viel er dabey am Gewichte verliert? Gesetzt, derselbe habe 400 Gran verloren, so ist damit auch das Gewicht einer seinem Volumen gleichgrofsen Menge Wassers, und folglich zugleich auch die Antwort auf die zweyte Frage gefunden, nähmlich: 400 Gran.

Da nun beyde Versuche mit einem und demselben Glastropfen vorgenommen worden sind, so ist es klar, dafs dieser in beyden Fällen nur einerley Raum hat einnehmen können. Da ferner der Glastropfen dennoch in beyden Fällen einen verschiedenen Gewichtsverlust erlitten hat, so mufs man schliefsen, die eine Flüssigkeit habe stärker auf ihn gedrückt, als die andere. Da endlich ein verschiedener Druck nur das Resultat eines verschiedenen Gewichtes seyn kann, so kommt es aufser allen Zweifel, dafs die beyden untersuchten Flüssigkeiten in gleichen Räumen (d. i. bey gleicher Gröfse und Ausdehnung, oder bey gleichem Volumen) ein verschiedenes Gewicht gehabt haben; ja, dafs diese Verschiedenheit genau so grofs gewesen seyn müsse, als die Differenz jener beyden Zahlen, durch welche die vorhin gefundenen Gewichtsverluste ausgedruckt worden sind. Die Erkenntnifs und Vereinigung aller dieser Wahrheiten gibt den Begriff vom spezifischen Gewichte; und um denselben zu bezeichnen, hat man, wie oben gelehrt worden ist, nichts weiter zu thun, als, dafs man mit dem Gewichte des Wassers in das Gewicht der geistigen Flüssigkeit dividire (§. 53 — 57.),

```
400|35000|0,875
    3200
     3000
     2800
      2000
      2000
```

wodurch man erfährt, dafs das spezifische Gewicht der geprüften geistigen Flüssigkeit = 0,875 ist.

§. 63.

2) *Es sey das spezifische Gewicht einer Säure bey + 14° Reaum. Temp. zu bestimmen.*

Obgleich das spezifische Gewicht aller Flüssigkeiten nach einer und derselben Methode gefunden werden kann (§. 62.); so erleidet diese dennoch einige kleine Abänderungen, wenn saure, alkalisch-ätzende oder überhaupt scharfe Flüssigkeiten untersucht werden sollen. Diese würden nähmlich das oben erwähnte Pferdehaar zerfressen, wobey der an demselben hängende Glastropfen *Taf. I. Fig.* 3. herabfallen müfste; und man ist demnach genöthiget, denselben in ähnlichen Fällen durch ein solches Mittel mit der Wage zu verbinden, welches weder von Säuren, noch von Alkalien und andern scharfen Stoffen angegriffen werden kann. Ein Platin- oder Golddraht (§. 59.) *Taf. I. Fig.* 4. ist zu dieser Absicht am geschicktesten, da derselbe, die oxygenirte Salzsäure ausgenommen, allen übrigen scharfen Stoffen vollkommen widerstehet. Wenn aber im vorhergegangenen ersten Beyspiele (§. 62.) die Verschiedenheit im Gewichtsverluste des etwas mehr oder weniger eingetauchten Pferdehaares als unbedeutend übersehen werden konnte, so ist diefs im gegenwärtigen nicht immer der Fall; denn die aus Metallen verfertigten Drähte sind meistens viel dicker als ein Pferdehaar, und man würde daher einen doppelten Irrthum begehen können, wenn man auf diesen Umstand keine Rücksicht nehmen wollte. Um allen hieraus entspringenden Fehlern vorzubeugen, bezeichne man also den anzuwendenden Draht mit einem kennbaren Einschnitte oder mit einer Biegung *Taf. I. Fig.* 4. *a*, und lasse ihn dann bey jedem Versuche immer nur bis an dieses Merkmahl versinken. Wenn dann immer gleiche Volumina des Drahtes einsinken, so werden sie zwar, in mehr oder minder verdichteten Flüssigkeiten, ungleiche Gewichtsverluste erleiden; allein diese werden sich dessen ungeachtet gegen einander eben so verhalten, wie die Gewichtsverluste des Glastropfens, und folglich auch wie die Gewichte gleicher Mengen der untersuchten Flüssigkeiten.

§. 64.

Mit Beobachtung dieser Vorsicht versenke man alsdann den am Platin- oder Golddrahte hängenden Glastropfen, unter Beobachtung aller im ersten Beyspiele (§. 62.) angegebenen

Handgriffe, ein Mahl in die zu untersuchende Säure und dann in reines Wasser. Man bemerke ferner genau die Gewichtsverluste, welche der Glastropfen in beyden Flüssigkeiten erleidet, und dividire endlich den in der Säure erlittenen Gewichtsverlust (= dem Gewichte eines bestimmten Volumens der Säure) mit dem im Wasser erlittenen (= dem Gewichte einer gleichen Menge Wassers) (§. 53 — 57.)

Gesetzt, der Glastropfen habe in der Säure 214 Gran verloren, im Wasser hingegen 170 Gran; so ist das ein Beweis, das ein dem Glastropfen gleichgrofses Volumen jener Säure 214, eine gleiche Menge Wassers aber nur 170 Gran wiegen kann (§. 61.). Das spezifische Gewicht der Ersteren verhält sich folglich zu dem des Letztern = 214 : 170, oder es ist, durch die Division in Dezimal-Brüche übersetzt (§. 56.).

```
170|214|1,2588
   |170|
    440
    340
    1000
     850
     1500
     1360
      1400
      1360
        40 u. s. w.
```

= 1,2588; oder, wenn man sich nur auf drey Dezimal-Stellen einschränken will (§. 12.) = 1,259.

§. 65.

3) Es sey das spezifische Gewicht eines im Wasser nicht auflöslichen, festen Körpers bey + 14° Reaum. Temp. zu erforschen.

Wenn bey flüssigen Körpern, wie bereits in den vorausgeschickten Beyspielen (§. 62 bis 64.) gezeigt worden ist, das Volumen nach Willkühr gröfser oder kleiner angenommen werden kann; so findet hingegen bey der Untersuchung fester Körper das Gegentheil Statt. Nur selten ist es erlaubt ihre Form zu verletzen (§. 50.), und Stücke von denselben abzuschneiden oder abzubrechen, und selbst in diesen wenigen Fällen ist die genaue Absonderung und Abmessung eines vorgeschriebenen Volumens mit beynahe unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden. Man pflegt daher bey der Untersuchung solcher Körper die Volumina so zu nehmen, wie sie der Zufall gibt, und ihre Gewichte mit den Gewichten gleicher Mengen Wassers zu vergleichen. Um das Gewicht eines zu untersuchenden festen Körpers bey bestimmter Ausdehnung zu finden, ist also, weil das Volumen desselben schon durch seine feste, sich immer gleich bleibende Form gegeben ist, nichts anders nöthig, als dafs man ihn nach der im gemeinen Leben üblichen Weise auf einer Wage abwäge. Das Gewicht einer seinem Volumen gleichgrofsen Menge Wassers aber findet man, indem man ihn, an der hydrostatischen Wage hängend, ins Wasser versenkt und dabey seinen Gewichtsverlust bemerkt: dieser Gewichtsverlust ist immer = dem gesuchten Gewichte einer gleichgrofsen Menge Wassers (§. 62.).

§. 66.

Die in vielen physikalischen Lehrbüchern aufgestellten Vorschriften zur praktischen Ausführung dieser hydrostatischen Versuche vereinigen sich beynahe alle darin, dafs man, wie bey der Untersuchung der Flüssigkeiten (§. 62.) den festen Körper an einem Pferdehaare ins Wasser versenken solle. Dieser Meinung kann man aber durchaus nicht unbedingt beystimmen; denn in solchen Fällen verliert ja auch das um den festen Körper gewundene und in die Flüssigkeit zugleich mit eingetauchte Pferdehaar einen Theil seines Gewichtes, und man erhält also, eben weil dieser Gewichtsverlust nicht abgerechnet wird, den Gewichtsverlust des festen Körpers gröfser, als er an und für sich allein gefunden werden würde. Die hieraus entspringenden Unrichtigkeiten sind zwar oft, und besonders wenn man bey der Untersuchung gröfsere Volumina gebraucht hat, sehr unbedeutend; allein dennoch gibt es auch Fälle, in denen der Fehler schon auf der dritten Dezimal-Stelle (§. 3.) beträchtlich wird, z. B. bey der Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Juwelen und anderer Körper, die nur in sehr kleinen Stücken vorkommen; und der Irrthum wird, aus begreiflichen Ursachen, um so gröfser, als die zu prüfenden Stücke kleiner sind. Ich empfehle daher, und zwar hauptsächlich darum, weil man doch bey Versuchen, die mit der hydrostatischen Wage gemacht wor-

den sind, immer eine grofse Genauigkeit vorauszusetzen geneigt ist, zu allen solchen Untersuchungen der festen Körper, folgendes, bey der Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Juwelen übliche und in jeder Hinsicht richtigere und bequemere Verfahren.

§. 67.

Man bestimme zuerst, ohne jede andere Rücksicht nach der gemeinen Art zu wägen, das absolute Gewicht des zu prüfenden Körpers. Angenommen, dieses werde = 118½ Gran gefunden; so ist also sein Gewicht in gegebenem Raume = 118½.

Um nun auch das Gewicht einer dem Volumen des untersuchten Körpers gleichgrofsen Menge Wassers zu finden (§. 62.), versenke man den Körper selbst bey + 14° Reaum. Temp. ins Wasser. Man hänge zu dem Ende an das Häkchen der hydrostatischen Wage, *Taf. I. Fig.* 1. *e.* die kleine Nebenschale *Taf.* 1. *Fig.* 2. auf, versenke sie bis an das zu dieser Absicht angebrachte Merkmahl *Fig.* 2. *c.* in das Wasser, und lege endlich auf die entgegen gesetzte Wagschale *Fig.* 1. *m.* so viel Gewichte, als nöthig sind, um die Wage ins Gleichgewicht zu bringen. So wohl das absolute Gewicht, als auch der Gewichtsverlust der kleinen Nebenschale, sind nun aufgehoben und verschwunden, und dennoch gibt diese Nebenschale ein bequemes Mittel an die Hand, den zu prüfenden Körper an der Wage hängend unter Wasser zu bringen. Man lege ihn nähmlich in diese Nebenschale *Fig.* 2. *a* selbst, welche dadurch sogleich tiefer sinken wird. Die entgegen gesetzte Wagschale *Fig.* 1. *m.* aber beschwere man alsdann so lange mit hinzugelegten Gewichtstheilen, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Die Summe der hierbey erforderlich gewesenen Gewichtstheile kann, sehr begreiflich, nicht das Total-Gewicht des Körpers, sondern immer nur jener Rest seyn, welcher übrig bleibt, nachdem der Körper einen Theil seines Gewichtes durch den Druck des Wassers verloren hat; und man findet folglich den in der Frage stehenden Gewichtsverlust selbst, wenn man diesen Rest vom Total-Gewichte subtrahirt. Gesetzt, der Körper habe unter dem Wasser 105 Gran gewogen; so hätte man also 105 Gran von 118½ Gran abzuziehen, und

$$\begin{array}{r} 118\tfrac{1}{2} \\ 105 \\ \hline 13\tfrac{1}{2} \end{array}$$

13½ Gran wäre demnach der im Wasser erlittene Gewichtsverlust, oder auch das Gewicht einer dem Volumen des untersuchten Körpers gleichgrofsen Menge Wassers (§. 61.).

Da nun (§. 57.) das absolute Gewicht eines Körpers von gegebener Ausdehnung, dividirt durch das absolute Gewicht eines gleichgrofsen Volumens Wassers, im Quotienten das spezifische Gewicht jenes Körpers gibt; so findet man dasselbe auch in diesem Falle, wenn die beyden gefundenen Zahlen 118½ und 13½ zur Erleichterung des Rechnens auf die Dezimal-Brüche 118,5 und 13,5 reduzirt werden (§. 9.), und dann die erstere mit der letztern dividirt wird (§. 56.).

```
13,5|118,5|8,777
    |108 0|
     10 50
      9 45
      1 050
        945
       1050
        945
        105 u. s. w.
```

8,777 oder (§. 12.) 8,778 ist also das gesuchte spezifische Gewicht.

§. 68.

Oft kommen die zu untersuchenden Körper nur in sehr kleinen, kaum einige Gran wiegenden Stücken vor; ja, nicht selten gleichen sie dem Sande. In solchen Fällen unterwirft man, wenn es sich thun läfst, mehrere Stücke zugleich der Untersuchung, indem man sie alle zusammen in die Nebenschale *Taf. I. Fig.* 2. legt u. s. w. Denn, je gröfser das Volumen der zu untersuchenden Körper ist, je schärfer müssen auch die Resultate ausfallen; weil jene Abirrungen, die aus der Mangelhaftigkeit der Wagen und Gewichte entspringen können, sich immer gleich bleiben, und also bey gröfsern Massen einen geringern aliquoten Theil des Total-Gewichtes ausmachen, als sie bey kleinern Massen betragen würden.

Nicht selten geschieht es auch, dafs eine zu untersuchende Substanz, obgleich sie zur Classe der ganz soliden Körper zu gehören scheint, dennoch porös ist, und also, während dem Eintauchen ins Wasser, Wasser einsaugt, und eben dadurch falsche Resultate gibt. Es ist daher die Vorsicht nöthig, dafs man jeden in dieser Hinsicht verdächtigen, festen Körper nach dem hydrostatischen Versuche auch noch ein Mahl in der Luft abwäge. Hat derselbe kein Wasser eingesogen, so wird er eben so viel wiegen, als er vor dem Eintauchen in das Wasser gewogen hat. Findet sich aber nunmehr sein absolutes Gewicht gröfser, so ist diefs ein Beweis, dafs derselbe wirklich Wasser absorbirt hat; und folglich mufs er, nachdem er sorgfältig getrocknet worden ist, nach den im 6. Beyspiele (§. 75.) angegebenen Regeln neuerdings untersucht werden.

§. 69.

4) *Es sey das spezifische Gewicht eines im Wasser auflöslichen, festen Körpers bey* + 14° *Reaum. Temp. zu untersuchen.*

Salze und andere im Wasser auflösliche Substanzen dürfen nicht nach der vorhin beschriebenen Methode (§. 67.) behandelt werden; denn, während man sie im Wasser abwiegen würde, könnten sie von diesem angegriffen und zum Theile aufgelöset werden, und, weil dabey so wohl ihr Gewicht als ihr Volumen vermindert würde, falsche Resultate geben. Man pflegt daher bey diesen Untersuchungen an die Stelle des Wassers solche Flüssigkeiten anzuwenden, in denen jene Substanzen nicht auflöslich sind, als Alkohol, fette und ätherische Oehle, am besten Terpenthin-Oehl. Da nun aber diese Flüssigkeiten ein geringeres spezifisches Gewicht besitzen, als das Wasser, so kann auch der gefundene Gewichtsverlust des eingetauchten Körpers nicht als das Gewicht einer gleichgrofsen Menge Wassers angesehen werden; sondern er beträgt immer nur so viel, als das Gewicht eines dem untersuchten festen Körper gleichgrofsen Volumens derselben Flüssigkeit, deren man sich bey dem Versuche bedient hat (§. 61.).

Um sodann aus diesem Gewichtsverluste, oder was dasselbe ist, aus dem Gewichte eines bestimmten Volumens der bey dem Versuche verwendeten Flüssigkeit auch das Gewicht einer gleichen Menge Wassers folgern zu können, ist es nothwendig, dafs man das spezifische Gewicht der erstern wisse; denn dieses verhält sich zum spezifischen Gewichte des Wassers, wie das Gewicht eines bestimmten Volumens jener Flüssigkeit zum Gewichte eines gleichen Volumens Wassers, welches letztere mithin durch die Regel de tri gefunden werden kann.

§. 70.

Wenn nun ein solcher Versuch technisch ausgeführt werden soll, so bestimme man zuerst, wie gewöhnlich, auf der gemeinen Wage, das absolute Gewicht des zu untersuchenden Körpers. Gesetzt dieses sey = 78 Gran.

Hernach fülle man das Gefäfs *Taf. I. Fig.* 1. o. mit der gewählten Flüssigkeit, wofür im gegenwärtigen Beyspiele das Terpenthin-Oehl von 0,870 spezifischen Gewichts gelten möge. Man versenke ferner in dieses vorher die an der hydrostatischen Wage hängende, kleine Nebenschale *Fig.* 2. und dann mittelst dieser, nachdem sie vorher ins Gleichgewicht gebracht worden ist, auch den zu prüfenden festen Körper; und suche endlich unter Anwendung aller vorhin (§. 67.) angeführten Handgriffe und Vorsichtsregeln den Gewichtsverlust, den derselbe während dem Einsinken in das bis zu + 14° Reaum. Temp. erwärmte Terpenthin-Oehl erleidet. Angenommen, dieser betrage 30 Gran, so weifs man zugleich, dafs ein dem untersuchten Körper gleichgrofses Volumen des Terpenthin-Oehls 30 Gran wiegen würde.

Um nun hieraus auch das Gewicht einer gleichen Menge Wassers zu finden, stelle man mittelst der goldenen Regel (§. 22.) die Formel so:

Wie sich das spezifische Gewicht des Terpenthin-Oehls = 0,870 zum spezifischen Gewichte des Wassers = 1 verhält; so verhält sich auch das absolute Gewicht eines gegebenen Volumens des Terpenthin-Oehls = 30 zum absoluten Gewichte eines gleichen Volumens Wassers, oder durch die Regel de tri (§. 22.).

0,870 geben 1, wie viel geben 30?

(§. 20.) 870 | 30,000 | 34,48
2610
3900
3480
4200
3480
7200
6960
240 u. s. w.

34,48 Gran Wassers sind also dem Volumen nach = 30 Gran Terpenthin-Oehls, aber auch = dem Volumen des untersuchten Körpers; und man hat folglich beyde zur Erforschung des in der Frage stehenden spezifischen Gewichtes nothwendige Data, nähmlich das Gewicht des Körpers = 78 Gran, und das Gewicht einer eben so großen Menge Wassers = 34,48; woraus man, durch die Division des erstern mit dem letztern (§. 56.).

34,48 | 78,00 | 2,262
68 96
9 040
6 896
2 1440
2 0688
7520
6896
624 u. s. w.

auch das zu suchende spezifische Gewicht = 2,262 findet.

Häufiger noch, als im vorigen Beyspiele (§. 68.), kommen die Salze und andere im Wasser auflösliche Substanzen in sehr kleinen Stücken vor; und es ist folglich um so zweckmäßiger, mehrere Stücke zugleich der Untersuchung zu unterwerfen, als diese Körper meistens von durchaus gleichförmiger Grundmischung sind, und daher auch in allen Stücken gleiche spezifische Gewichte besitzen.

§. 71.

5) *Es sey das spezifische Gewicht eines festen Körpers zu finden, welcher spezifisch leichter ist als das Wasser.*

Feste Körper können, so bald sie ein geringeres spezifisches Gewicht besitzen, als das Wasser oder andere Flüssigkeiten, deren man sich bey den Versuchen bedienen möchte, nach den in den vorhergegangenen Beyspielen gezeigten Verfahrungsarten nicht hydrostatisch abgewogen werden, weil sie, aus begreiflichen Ursachen, jedes Mahl auf die Oberfläche des Wassers steigen würden, und also auch ihr Gewichtsverlust, oder der Raum, den sie in dem Wasser einnehmen sollten, nicht gefunden werden könnte. Man pflegt solche Körper daher, mit andern spezifisch schweren Körpern verbunden, in die Flüssigkeit zu versenken, und dann von dem gesammten Gewichtsverluste den Gewichtsverlust des schwereren Körpers abzuziehen, um den des leichteren für sich allein zu bekommen; oder, man hebt wohl auch das ganze Gewicht und den Gewichtsverlust des vorher für sich allein eingesenkten, schwerern Körpers, durch Belastung der entgegen-gesetzten Wagschale auf, um hernach den Gewichtsverlust des leichteren für sich allein untersuchen zu können. In beyden Fällen sind eigene Vorrichtungen nöthig, mittelst welcher leichtere an schwerere Körper befestiget werden können. Sehr einfach erreicht man diese Absicht schon dadurch, daß man den zu untersuchenden leichtern Körper sammt dem schwerern mit einem Drahte, dessen Gewichtsverlust im Wasser bereits bekannt oder aufgehoben worden ist, umwindet; bequemer aber ist es, wenn man den zu prüfenden Körper *Taf. I. Fig. 5. d.* in ein aus Messing oder Silberdraht verfertigtes und durch ein Gewicht *c* beschwertes Körbchen *a* einschließet; am allerbesten und zweckmäßigsten endlich ist eine aus Stahl verfertigte Federzange *Fig. 6. b.*, welche den Körper *d*, derselbe möge nun groß oder klein seyn, fest hält, und welche, wenn das eigene Gewicht nicht hinreichend seyn sollte, durch eine anzuhängende Last *c* noch mehr beschwert werden kann. Diese letzte Vorrichtung verdient vor jener den Vorzug: weil sie im Ganzen einfacher ist, als das Drahtkörbchen; weil sie daher nach jedem Versuche sehr leicht zu reinigen ist; und endlich, weil sie den festen Körper nur an einigen Punkten berührt, und folglich auch das unbemerkte Ansitzen von Luftblasen, welche so oft große Irrungen in die hydrostatischen Versuche bringen, minder begünstiget.

§. 72.

Bey der Ausführung dieser Versuche verfährt man im Uebrigen ganz so, wie im dritten Beyspiele (§. 67.) gelehrt worden ist. Man läßt nähmlich entweder das Drahtkörbchen, oder die Federzange sammt ihrem Gewichte, an der hydrostatischen Wage, bis zum bestimmten Merkmahle *Taf. I. Fig. 5. e*, *Fig. 6. a.* in die gewählte Flüssigkeit, wofür wir hier das Wasser annehmen wollen, einsinken; hebet ihr Gewicht zugleich mit dem Gewichtsverluste, durch Belastung der entgegen gesetzten Wagschale, auf; bringet sodann den zu untersuchenden Körper in das Körbchen oder in die Federzange, und findet endlich, indem man die Vorrich-

tung neuerdings im Wasser versinken läſst (§. 67.) auch seinen Gewichtsverlust, den wir hier $= 18\frac{5}{8}$ Gran annehmen.

Da nun dieser Gewichsverlust zugleich auch das absolute Gewicht einer dem Volumen des untersuchten Körpers gleichen Menge Wassers ist; so findet man auch das spezifische Gewicht jenes Körpers, wenn man sein absolutes Gewicht, welches wir $= 17\frac{3}{8}$ Gran annehmen, mit jener Zahl dividirt.

$$(\S.\ 9.)\ \begin{cases} 18\frac{5}{8} = 18{,}625 \\ 17\frac{3}{8} = 17{,}375 \end{cases}$$

```
18,625|17,375  |0,9323
      |17,3750|
       16 7625
         61250
         55875
          53750
          37250
           65000
           55875
            9125 u. s. w. (§. 10. u. 18.)
```

0,9323 ist also das spezifische Gewicht des untersuchten Körpers.

§. 73.

Auffallend und unbegreiflich dürfte es manchem Minderunterrichteten vorkommen, daſs in diesem und in allen ähnlichen Beyspielen der Gewichtsverlust des unter dem Wasser gewogenen Körpers gröſser erscheint, als sein absolutes Gewicht selbst; denn dieser Satz enthält offenbar einen Widerspruch, und reitzet mit Recht zu der vernünftigen Frage: wie es wohl möglich sey, daſs ein Körper mehr von seinem Gewichte verlieren könne, als dieses ganze Gewicht betrage? So ist es indessen auch nicht gemeint; denn wenn ein solcher Körper ins Wasser versenkt wird, so kann er vermöge seines eigenen Gewichtes allerdings nur so lange sinken, bis der untergetauchte Theil desselben den Raum von so vielen Granen Wassers eingenommen hat, als er selbst wiegt, oder, was dasselbe ist, bis sein eigenes Total-Gewicht gänzlich aufgehoben ist. Wenn er nun aber, wie im gegenwärtigen Falle, von einem andern schwerern Körper tiefer unter die Oberfläche des Wassers gezogen wird; so muſs nothwendig der schwerere Körper jenen Theil seines Gewichtes, welcher den leichteren hinab ziehet, verlieren: oder der leichtere Körper muſs zu seinem eigenen Gewichte dem schwereren noch so viel von dem seinigen rauben, als nöthig ist, um eine seinem Volumen gleichgroſse Menge Wassers aufzuwiegen. Wenn man also in diesem Beyspiele sagt: der Körper habe bey 17,375 Gran absoluten Gewichtes 18,625 Gran Gewichtsverlust erlitten; so ist das, obgleich es um der Kürze willen nicht angeführt wird, eigentlich so zu verstehen: der Körper habe, durch den Druck des Wassers, sein eigenes Gewicht gänzlich verloren, und über dieſs auch dem zugleich mit eingesunkenen schwerern Körper 1,26 Gran seines eigenen Gewichtes entzogen. Dasselbe gilt auch von allen andern Beyspielen dieser Art.

§. 74.

Sollte ein zu prüfender Körper spezifisch leichter als das Wasser und zugleich in dieser Flüssigkeit auflöslich seyn, so wird an die Stelle des Wassers Terpenthin-Oehl zum Versuche genommen, und auch übrigens das im vierten Beyspiele (§. 69.) gelehrte Verfahren befolgt.

§. 75.

6) *Es sey das spezifische Gewicht eines porösen Körpers zu bestimmen.*

Bisher pflegte man das spezifische Gewicht der Hölzer und anderer porösen Substanzen immer ohne Rücksicht auf ihre Zwischenräume, welche gewöhnlich mit Luft gefüllt sind, zu bestimmen: indem man ihren äuſsern Umfang als die Gränze ihres Volumens, und ihr Total-Gewicht als gleichförmig in diesen Raum vertheilt annahm. In der neuern Zeit aber hat man gegen dieſs Verfahren mit einigem Rechte die Einwendung gemacht, daſs man in Befolgung desselben nicht das wahre spezifische Gewicht der soliden Theile jener Substanzen erfahren könne, und diese Behauptung endlich sogar durch Experimente bewiesen, wobey das spezifische Gewicht der untersuchten porösen Körper weit gröſser gefunden wurde, als man dasselbe findet, wenn auf ihre Zwischenräume keine Rücksicht genommen wird.

Es ist also bey jedem Versuche dieser Art nothwendig, ehe und bevor derselbe unternommen wird, festzusetzen, ob das spezifische Gewicht des zu untersuchenden Körpers ohne Rücksicht auf die Zwischenräume desselben, oder aber, ob blofs das spezifische Gewicht der in demselben enthaltenen festen Theile zu suchen sey? Beyde Aufgaben gehören unter die schwierigsten hydrostatischen Versuche, und beyde erheischen eine verschiedene Behandlung.

§. 76.

Im ersten Falle hat man zwey verschiedene Verfahrungsarten zur Wahl. Man schneidet nähmlich entweder ein bestimmtes Kubik-Mafs, z. B. einen Kubik-Zoll, aus dem zu prüfenden Körper, und wiegt ihn hernach auf der gemeinen Wage, um dadurch das Verhältnifs seines Gewichtes zu seinem Volumen zu finden (§. 49.), oder man überzieht denselben mit einem Oehl- oder Lack-Firnisse, um das Eindringen des Wassers zu verhindern, und untersucht ihn sodann, je nachdem er selbst schwerer oder leichter ist als das Wasser, nach allen in den vorhergegangenen Beyspielen aufgestellten Regeln (§. 65 — 74.), mit Hülfe der hydrostatischen Wage. Beyde Verfahrungsarten sind indessen von dem Verdachte der Unrichtigkeit keineswegs frey zu sprechen; denn bey der ersten wird es immer unentschieden bleiben, ob man das äufserst schwer zu treffende Kubik-Mafs auch wirklich richtig abgemessen habe, und bey der zweyten wird der Firnifs, welcher, wenn er alle Poren verschliefsen soll, wohl zwey und drey Mahl aufgetragen werden mufs, gröfsten Theils von dem porösen Körper eingesogen werden, und eben dadurch das absolute Gewicht des letztern vermehren, ohne zugleich auch sein Volumen verhältnifsmäfsig zu vergröfsern. Ich empfehle daher die folgende Methode, welche ich oft mit gutem Erfolge angewendet habe.

§. 77.

Man bestimme zuerst das absolute Gewicht des Körpers, welches wir hier = 85,5 Gran annehmen wollen. Sodann tauche man denselben in geschmolzenes und bis beynahe zum Stocken wieder erkaltetes Wachs ein, damit er gänzlich davon überzogen werde, und suche hernach wiederhohlt sein absolutes Gewicht; welches wir = 90 Gran, und folglich den Zusatz = 4,5 Gran voraussetzen. Den auf diese Weise vorbereiteten Körper hänge man sodann an die hydrostatische Wage, und untersuche (§. 65 — 73.) wie viel er während dem Einsinken in das Wasser von seinem Gewichte verliert. Dieser Gewichtsverlust, den wir = 88,3 Gran setzen, ist, wie man wohl einsieht, der Gewichtsverlust des untersuchten Körpers sammt dem Gewichtsverluste der ihn umgebenden Wachsrinde; und wenn folglich der erstere für sich allein bestimmt werden soll, so mufs der letztere vom Gesammtverluste abgezogen werden. Um aber den Gewichtsverlust des Wachses berechnen zu können, ist es nothwendig, dafs man vorher schon das spezifische Gewicht desselben erforscht habe. Man untersuche also, um allen jenen Irrungen, welche aus der verschiedenen Dichtheit des Wachses entspringen könnten, auszuweichen, nicht etwa das von dem untersuchten Körper abgeschabte Wachs; sondern eine wächserne Hülse, welche mittelst eines befeuchteten glatten Glaskörpers vorher schon zu dieser Absicht aus der geschmolzenen Wachsmasse heraus getunkt worden ist, und folglich mit dem Ueberzuge des geprüften Körpers eine gleiche Dichtheit besitzt. Angenommen, die Hülse habe ein absolutes Gewicht von 17 Gran, und verliere hiervon im Wasser (§. 73.) 17,6 Gran; so läfst sich hieraus auch der Gewichtsverlust, den jene 4,5 Gran Wachs erlitten haben, durch die Regel de tri finden (§. 71.).

17 verlieren nähmlich 17,6, wie viel verlieren 4,5?

```
     17,6
      4,5
     ----
     880
    704
    ----
17 | 7920 | 4,658
     68
     ---
     112
     102
     ---
      100
       85
      ---
      150
      136
      ---
       14 u. s. w.
```

4,658 Gran sind also als der Gewichtsverlust des Wachses von jenem Gesammtverluste = 88,3 abzuziehen,

```
88,300
 4,658
83,642
```

damit man den reinen Gewichtsverlust des Körpers = 83,642 für sich allein erhalte. Mit diesem Gewichtsverluste (= dem Gewichte einer dem Volumen des untersuchten Körpers gleichgrofsen Menge Wassers) dividire man nun das oben gefundene Total-Gewicht desselben = 85,5 (§. 67.).

```
83,642|85,500|1,022
      |83 642|
       1 85800
       1 67284
        185160
        167284
         17876 u. s. w.
```

so findet man endlich auch das zu suchende spezifische Gewicht = 1,022.

§. 78.

Im zweyten Falle, wobey nähmlich nur das spezifische Gewicht der festen Theile zu suchen ist, kochet man den porösen Körper mehrere Stunden lang in reinem Wasser, damit dieses alle Zwischenräume desselben ausfülle, und folglich die Luft aus denselben heraus treibe; dann erforschet man, wenn der Körper vorher, im Wasser liegend, bis zum gehörigen Wärmegrade abgekühlt ist, sein spezifisches Gewicht auf dem gewöhnlichen Wege (§. 62. u. s. w). Man hat diese Methode in der neuern Zeit vorzüglich zur Untersuchung des spezifischen Gewichtes der Holzarten vorgeschlagen; die man, um dem Wasser eine möglichst grofse Oberfläche darzubiethen, in dünne, Bändern ähnliche, Späne hobelt, und in diesem Zustande der Prüfung unterzieht.

§. 79.

Diese wenigen Beyspiele werden hinreichend seyn, um so wohl die Anwendung der hydrostatischen Wage begreiflich zu machen, als auch die weit ausgedehnte Brauchbarkeit derselben aufser Zweifel zu setzen; auch können sie zugleich in allen möglichen Fällen zur Norm dienen. Eine genaue Klassifikation der Körper nach jenen sechs Beyspielen ist zwar nicht wohl möglich; denn die Erfahrung lehrt, dafs sehr oft Körper einer und derselben Art, z. B. Hölzer oder Oehle, theils schwerer, theils aber leichter sind als das Wasser, und sich eben so auch in mancher andern Hinsicht wesentlich von einander unterscheiden: allein dessen ungeachtet wird jedermann sogleich aus den Eigenschaften eines zu untersuchenden Körpers abnehmen können, in welche Kathegorie derselbe gehöre, und nach welchem unter jenen Beyspielen er folglich behandelt werden müsse.

Die hydrostatische Wage ist aber nicht nur das allgemeinste, sondern sie ist zugleich auch das empfindlichste Mittel zur Untersuchung des spezifischen Gewichtes; nur nehme man sorgfältigst darauf Bedacht: dafs

1. die Wage an sich selbst möglichst richtig und empfindlich sey,
2. dafs man sich genauer und übereinstimmender Gewichte bediene,
3. dafs die Temperatur der zu prüfenden Körper so wohl, als der dabey zu Hülfsmitteln dienenden Flüssigkeiten, durchaus nicht vernachlässiget werde, und endlich
4. dafs sich an die in Flüssigkeiten einzusenkenden, festen Körper keine Luftblasen ansetzen; welche, da sie bey einem sehr geringen, beynahe unmerklichen Gewichte einen verhältnifsmäfsig sehr grofsen Raum einnehmen, den Gewichtsverlust der festen Körper beträchtlich vermehren würden.

b) Untersuchung des spezifischen Gewichtes der Körper auf der gemeinen Wage.

§. 80.

Alles was unter dieser Aufschrift anzuführen ist, hätte zwar sehr füglich auch der Anleitung zum Gebrauche der hydrostatischen Wage beygefügt werden können: weil diese ver-

möge ihrer vorzüglichen Eigenschaften die beste gemeine Wage in jeder Hinsicht vollkommen ersetzen kann. Allein dadurch wäre die nur zu sehr verbreitete Meinung, als könne man ohne die hydrostatische Wage oder ohne andere zu dieser Absicht besonders eingerichtete Instrumente, durchaus keine Untersuchungen über die spezifischen Gewichte der Körper vornehmen, neuerdings begünstiget, und also im Wege zur Verbreitung nützlicher Kenntnisse ein Hindernifs mehr geduldet worden, welches gröfsten Theils verschwinden wird, wenn man einsieht, in wie fern die spezifischen Gewichte der Körper auch auf der gemeinen Wage zu erforschen sind. So scharf, als sie die hydrostatische Wage gibt, sind solche Versuche nun freylich nicht immer; aber sie reichen vorzüglich dann, wenn bey der Vergleichung der Körper etwas gröfsere Volumina angewendet werden, dennoch gewöhnlich und vorzugsweise bey Flüssigkeiten, bis auf die dritte Dezimal-Stelle (§. 3.), d. i. bis auf 0.001, und damit können sich in den meisten Fällen nicht nur die Techniker und Pharmazeuten, sondern sogar die Chemiker und Physiker begnügen.

§. 31.

Wenn die Untersuchung des spezifischen Gewichtes auf der gemeinen Wage aber auch noch minder scharf wäre, so verdient sie dennoch schon aus dem Grunde unsere besondere Aufmerksamkeit, weil sie zur Versinnlichung des Begriffes vom spezifischen Gewicht, und folglich zur Belehrung der Anfänger das beste Mittel darbiethet: denn bey allen solchen Versuchen werden die gleichgrofsen Volumina der zu vergleichenden Körper unmittelbar abgemessen (§. 57.) und dann gewogen; wodurch der Unterricht sehr erleichtert, und das spezifische Gewicht gleichsam anschaulich gemacht wird. Man bedient sich nähmlich dabey immer kleiner Phiolen oder anderer Gefäfse mit engen Mündungen, welche man mit den zu untersuchenden Materien anfüllet, und also die Volumina der letztern mifst, wie aus folgenden Beyspielen noch deutlicher erhellet.

§. 32.

1) *Es sey das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit bey + 14° Reaum. Temp. auf der gemeinen Wage zu bestimmen.*

Man setze also eine Phiole oder auch ein gemeines mit einer engen Mündung versehenes Arzeneyglas auf die eine Wagschale, und beschwere die entgegen gesetzte Wagschale so lange, bis die Wage ins Gleichgewicht gebracht ist. Dann fülle man das abgewogene Gefäfs, bey + 14° Reaum. Temp., mit der zu untersuchenden Flüssigkeit sorgfältig an, und bestimme durch Zulegung von Gewichten ihr absolutes Gewicht, welches wir = 1326 Gran setzen.

Eben dasselbe Gefäfs fülle man sodann, nachdem es vorher gereiniget und wohl ausgetrocknet worden ist, genau so voll als das vorige Mahl, mit destillirtem oder überhaupt reinem Wasser; und suche eben auch bey + 14° Reaum. Temp. das absolute Gewicht desselben, welches wir = 915 Gran annehmen.

Da in beyden Versuchen eins und dasselbe Gefäfs angewendet worden ist, so ist es klar, dafs man in beyden Fällen gleichgrofse Volumina abgewogen hat. Man hat demnach, durch dieses einfache Verfahren, nun schon beyde zur Erforschung des spezifischen Gewichtes erforderlichen Data gefunden, nähmlich:

das absolute Gewicht eines bestimmten Volumens von dem zu untersuchenden Körper = 1326 und
das absolute Gewicht einer gleichen Menge Wassers = 915;

und um das in der Frage stehende spezifische Gewicht selbst in Dezimal-Brüchen ausgedruckt zu erhalten (§. 56.), ist folglich nichts weiter nöthig, als dafs man das Gewicht der untersuchten Flüssigkeit mit dem Gewichte des Wassers dividire, wodurch man jenes

```
915|1326|1,449
   | 915|
    ----
    4110
    3660
    ----
     4500
     3660
     ----
      8400
      8235
      ----
       165 u. s. w.
```

= 1,449 findet.

§. 83.

2. *Es sey das spezifische Gewicht eines in Pulverform vorhandenen festen Körpers auf der gemeinen Wage zu untersuchen.*

Man fülle, wie im vorigen Beyspiele, mit dem zu untersuchenden Pulver eine Phiole oder ein anderes enghälsiges, vorher auf der Wage ins Gleichgewicht gebrachtes Arzeneyfläschchen an, drücke dasselbe so fest ein, als nur immer möglich, und bestimme endlich das absolute Gewicht des eingegangenen Pulvers, welches wir = 877 Gran annehmen.

Dasselbe Gefäfs fülle man sodann mit reinem Wasser, und suche, wie zuvor, das absolute Gewicht desselben; welches wir = 913 setzen.

Da nun das Gewicht des untersuchten Körpers, mit dem Gewichte des Wassers dividirt (§. 57.), = ist dem spezifischen Gewichte des erstern; so erhält man dasselbe auch in diesem Beyspiele, wenn man 877 mit 913 dividirt (§. 9.).

913	877000	0,960
	8217	
	5530	
	5478	
	520	

= 0,960, oder (§. 12.) = 0,961.

§. 84.

Es ist indessen leicht einzusehen, dafs die Befolgung dieses Verfahrens oft zu sehr unrichtigen Resultaten führen kann; denn die meisten festen Körper nehmen in ganzen Stücken bey weiten kleinere Räume ein, als das aus ihnen bereitete Pulver, welches gewöhnlich, selbst durch die heftigste mechanische Kraft, nicht mehr in jenes kleine Volumen, das dem Körper vorher in seinem ursprünglichen Zustande eigen war, zusammen gedrückt werden kann; so wie im Gegentheile mancher poröse Körper von grofser Ausdehnung während dem Pulverisiren in einen viel kleinern Raum zusammen fällt. Diese Methode ist also auch nur als eine Aushülfe in jenen Fällen, wo schärfere Untersuchungen nicht vorgenommen werden können, zu gebrauchen, und folglich auch nur als solche anzusehen. Sind dabey die zu untersuchenden Pulver im Wasser nicht auflöslich und zugleich schwerer als dieses, so erhält man weit sicherere Resultate, wenn man sie in die kleine Nebenschale *Taf. I. Fig.* 2. schüttet und nach den im dritten Beyspiele gegebenen Vorschriften (§. 65.) behandelt. Sind sie hingegen im Wasser auflöslich oder leichter als dieses, oder vielleicht beydes zugleich; so mufs man sich allerdings auch mit einer mindern Annäherung zur Wahrheit begnügen.

§. 85.

3) *Es sey das spezifische Gewicht eines festen Körpers auf der gemeinen Wage zu finden.*

Feste Körper werden zwar in der Regel auf der hydrostatischen Wage oder mit Hülfe des weiter unten (§. 258.) beschriebenen *Nicholson*'schen Araeometers untersucht; aber, wenn alle diese Hülfsmittel abgängig sind, so läfst sich das spezifische Gewicht derselben mit gewissen Einschränkungen dennoch auch auf der gemeinen Wage bestimmen. Man verfährt dabey folgender Mafsen:

Ein Arzeneyglas oder eine Phiole der vorerwähnten Art (§. 82.) wird unter Beobachtung der Temperatur mit reinem Wasser angefüllt und dieses sorgfältig abgewogen; damit man das Gewicht des Inhaltes genau erfahre, welches wir hier = 1813 Gran setzen.

In dasselbe vorher ausgeleerte und vollkommen ausgetrocknete Gefäfs wird sodann der zu untersuchende und zu dieser Absicht kleine zerbröckelte feste Körper eingefüllet, und das Glas sammt diesem Inhalte auf der Wage durch Belastung der entgegen gesetzten Wagschale ins Gleichgewicht gebracht. Um nun zu erfahren, wie viel Raum der zu untersuchende Körper eingenommen hat, darf man nur das Gefäfs mit Wasser voll füllen, und dann so lange Gewichte zulegen, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Wir setzen, es seyen hierzu 1625 Gran nöthig gewesen; so ergibt sich daraus, wenn man diese Zahl von der obigen = 1813 abziehet,

$$\begin{array}{r} 1813 \\ 1625 \\ \hline 188 \end{array}$$

dafs bey dem letzten Versuche 188 Gran Wassers weniger in das Gefäfs eingegangen sind, als bey dem ersten; dafs folglich der zu untersuchende Körper den Raum von 188 Gran Wassers eingenommen hat; oder, was dasselbe ist, dafs das Volumen des geprüften Körpers genau so grofs ist als das Volumen von 188 Gran Wassers.

Wenn man nun auf diese Art das Gewicht einer dem Volumen des zu untersuchenden Körpers gleichgrofsen Menge Wassers bestimmt hat, so ist auch das spezifische Gewicht des erstern bald gefunden, indem man nähmlich das absolute Gewicht desselben, welches wir hier = 211 Gran annehmen, mit dem des Wassers = 188 dividirt (§. 65.).

```
188|211|1,122
   |188|
    230
    188
    420
    376
    440
    376
     64 u. s. w.
```

1,122 ist also das verlangte spezifische Gewicht.

§. 86.

Sollte ein Körper, dessen spezifisches Gewicht man suchet, im Wasser auflöslich seyn, so bedienet man sich statt dessen des Terpenthin-Oehles, und verfährt damit so wie vorhin. Durch solche Versuche erfährt man jedoch immer nur das Gewicht einer gewissen Menge Terpenthin-Oehles, die dem Volumen des untersuchten Körpers gleich ist; allein hieraus läfst sich dann, wenn das spezifische Gewicht des Oehles bekannt ist, nach den oben (§. 70.) angegebenen Regeln, sehr leicht auch das Gewicht einer gleichen Menge Wassers, und daraus endlich auch das zu erforschende spezifische Gewicht des festen Körpers selbst berechnen.

§. 87.

Diese Methode ist übrigens, wie man bereits wird eingesehen haben, nur für jene Fälle geeignet, in welchen der zu untersuchende Körper so klein zerbröckelt werden darf, als nöthig ist, um denselben durch die Mündung des dabey zu verwendenden Gefäfses einfüllen zu können; sie ist folglich bey Körpern, deren Form nicht verletzt werden darf, nicht anwendbar. Zwar könnte man in solchen Fällen Gefäfse mit erweiterten Mündungen wählen, und die festen Körper in unveränderter Form hinein legen; allein je gröfser die Mündung eines Gefäfses ist, je schwieriger wird es, in demselben immer gleiche Volumina abzumessen, und man würde daher auf diesem Wege immer nur sehr schwankende Versuche machen können. Besser aber ist es bey solchen Umständen, dafs man die gemeine Wage in eine hydrostatische verwandle, was auch sehr leicht zu bewerkstelligen ist; denn zu dieser Absicht ist es hinreichend, dafs man einen in ein Häkchen sich endigenden Draht an die eine Wagschale der gemeinen Wage oder an eine von ihren Schnüren befestige.

§. 88.

4) *Von einigen Hülfsmitteln, durch welche man die Erforschung der spezifischen Gewichte auf der gemeinen Wage zu verschärfen gesucht hat.*

Da bey der Bestimmung des spezifischen Gewichtes auf der gemeinen Wage die mindere Genauigkeit der Resultate hauptsächlich in dem Umstande liegt, dafs in jenen Phiolen, deren man sich dabey bedient (§. 82 u. s. f.), die Volumina der Flüssigkeiten minder scharf abgemessen werden können; so hat man mehrere Versuche gemacht, diesen Gefäfsen eine solche Form zu geben, welche die Absonderung immer gleichgrofser Voluminum vorzüglich zu begünstigen geeignet wäre. In Folge dieser Versuche sind bisher vor andern das *Hombergische Probeglas*, das *Probeglas mit dem gekerbten Stöpsel*, *Schmeifsers Instrument zur Bestimmung der spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten*, und endlich das um vieles einfachere *Probeglas des Hrn. Doctor Wagemann*, und das *Pyknometer des Verfassers* bekannt geworden.

§. 89.

Das Hombergische Probeglas.

Das Probeglas, welches *Homberg* zu dieser Absicht vorgeschlagen hat *), besitzt die *Taf. I. Fig. 7.* abgebildete Gestalt. Der Hals desselben ist in *a* so enge, daſs ein Tropfen Wassers den Raum von 6 bis 7 Linien Höhe darin anfüllen kann; in *b* aber erweitert er sich zu einer trichterförmigen Oeffnung, um das Einfüllen der Flüssigkeiten zu erleichtern. An dem Bauche des Gefäſses ist noch eine eben so enge, aber etwas kürzere Röhre *c* angesetzt, die keinen andern Zweck hat, als der in dem Gefäſse enthaltenen Luft einen Ausweg darzubiethen. Wenn man nun irgend eine Flüssigkeit untersuchen will, so soll dieses Gefäſs ein Mahl mit derselben, und ein Mahl mit destillirtem Wasser bis an das Merkmahl *d* gefüllet, das jedesmahlige Gewicht des Inhaltes bestimmt, und aus diesen beyden Gröſsen, nach der bereits oben gelehrten Methode (§. 56.), das spezifische Gewicht gefunden werden.

§. 90.

Diese Erfindung hat ein sehr sonderbares Schicksal gehabt. Sie ist schon über 100 Jahre alt, und von vielen Chemikern und Physikern beschrieben und abgebildet worden; liest man indessen, was daran getadelt wird, so geräth man in Versuchung, zu vermuthen, daſs sie von keinem Gelehrten praktisch untersucht, sondern bloſs nach der Zeichnung flüchtig beurtheilt worden sey. Alle hägen nähmlich übereinstimmend die einzige Besorgniſs, es könnten die beyden engen Oeffnungen dieses Probeglases, als Haarröhrchen wirkend, die Flüssigkeit aufziehen, und so der Abmessung immer gleicher Voluminum nachtheilig werden. Ich hingegen bin der Meinung, daſs dieser Umstand wenig Differenzen veranlassen wird, wenn anders der Durchmesser beyder Röhren und die Dicke ihrer Glasmasse gleich ist; denn es läſst sich kaum erwarten, daſs die zwischen dem Glase und der Flüssigkeit obwaltende Anziehung groſs genug seyn werde, um jene so hoch zu heben, daſs im Innern ein leerer Raum entstehe, oder wohl gar, um sie zu einem gröſseren Volumen ausdehnen zu können. Weit wichtiger hingegen sind die Einwendungen, die sich in mancher andern Hinsicht gegen die Einrichtung dieses Gefäſses erheben lassen. Vor allen Dingen ist seine Form zu verändern, wenn dasselbe soll gefüllet werden können; denn bey der *Fig. 7.* angezeigten Gestalt wird dieſs platterdings unmöglich seyn. Es wird sich immer nur bis an die punktirte Linie *e* füllen lassen; dann wird die Flüssigkeit die innere Mündung der Röhre *c* verschlieſsen, die Luft wird ihren Ausweg an diesem Orte nicht mehr finden können, und in der engen Röhre *a b* wird die Flüssigkeit auf einer Luftsäule sitzen bleiben. Diesem Uebel kann indessen leicht abgeholfen werden, wenn man den zum Einfüllen der Flüssigkeiten dienenden Trichter auf der Röhre *c* anbringet, und die auf dem höchsten Punkte der innern Höhlung des Gefäſses stehende Röhre *a* zum Ausströmen der Luft bestimmt. Ein anderer Einwurf findet sich in der groſsen Umständlichkeit, womit das Anfüllen eines solchen Gefäſses verknüpft ist. Bald ist der Flüssigkeit zu viel, bald zu wenig; man ist daher genöthiget das Glas sehr oft in die Hände zu nehmen, wobey die darin enthaltene Flüssigkeit erwärmt wird; und am Ende ist der durch diesen Wechsel der Temperatur erzeugte Verstoſs wohl noch weit gröſser, als die ganze Aproximation, die man im glücklichsten Falle hätte erwarten können. Endlich ist auch noch zu bemerken, daſs Gefäſse mit so sehr engen Oeffnungen überaus schwer zu reinigen, und noch schwerer, wenn sie ausgewaschen worden, zu trocknen sind. Will man dieselben ganz trocken haben, so müssen sie entweder einige Tage hindurch der Luft ausgesetzt oder mehrere Mahle stark erhitzt und wieder abgekühlt, und so die Feuchtigkeit aus denselben gleichsam heraus gepumpt werden; wozu man aber nur selten Zeit hat. Wollte man dieſs nicht, so würde die in denselben zurück gebliebene Feuchtigkeit jene Annäherung, die man durch enge Röhren zu erreichen glaubt, leicht wieder aufheben.

§. 91.

Eine versuchte Abänderung des Hombergischen Probeglases, bey welcher der Durchmesser der Röhre *Fig. 7. a. b.* merklich vergröſsert ist, und nur die Nebenröhre *c* ein Hahrröhrchen bleibt, kann zwar das Einfüllen der Flüssigkeiten begünstigen, wird aber in der Anwendung bey weiten weniger taugen; denn bey gleichem Stande der Flüssigkeiten in der Röhre *a* werden diese, je nach Verschiedenheit ihrer Anziehung zum Glase, in dem Haarröhrchen *c.* dennoch bald mehr, bald weniger steigen, wodurch sie, wenn an diesem letztern

*) Memoires de l'Academie royal des sciences, 1699.

das Merkmahl, bis zu welchem sie reichen sollen, angebracht ist, beträchtliche Abirrungen veranlassen können.

§. 92.

Das Probeglas mit dem gekerbten Stöpsel.

Ein anderer Versuch für dieselbe Absicht ist das Probeglas mit dem gekerbten Stöpsel, dessen Gestalt man auf *Taf. I. Fig.* 8. abgebildet findet. Es unterscheidet sich, wie man sieht, von einem gemeinen mit einem gläsernen Stöpsel versehenen Medizin-Fläschchen bloſs durch sorgfältigere Bearbeitung und durch zwey kleine rinnenförmige Einschnitte, von welchen der eine an der obern Hälfte des Stöpsels *a*, der andere hingegen in der untern Hälfte des Halses *b*, und zwar an der inwendigen Seite desselben, angebracht ist. Soll mit diesem Instrumente irgend ein Versuch vorgenommen werden, so füllet man dasselbe mit der zu prüfenden Flüssigkeit bis in die Gegend von *b*, und schiebt dann den Stöpsel auf solche Art ein, daſs die beyden Einschnitte *a* und *b* in gerader Richtung über einander zu stehen kommen, und also eine Kommunikations-Röhre bilden, die den innern Raum des Gefäſses mit der Atmosphäre verbindet. Man erwartet von dieser Einrichtung, daſs, wenn etwas mehr Flüssigkeit, als das Gefäſs bis zum Stöpsel fassen kann, eingegossen worden wäre, das Ueberflüssige in jenes Kanälchen steigen, und hernach eine kleine Umdrehung des Stöpsels hinreichen werde, um die beyden Einschnitte *a* und *b* von einander zu entfernen, und dadurch das Gefäſs zu verschlieſsen, so wie auch die Flüssigkeit am obern Ende des Einschnittes *b* scharf abzuschneiden. Die bey diesem Verfahren in den Einschnitt *a* übergetretene Flüssigkeit aber soll dann mittelst eines Pinsels heraus getunkt, das Gefäſs rein abgewischt, auf die Wage gesetzt, und im Uebrigen so behandelt werden, wie bereits oben (§. 82.) gelehrt worden ist.

§. 93.

So viel dieser Vorschlag auch beym ersten Anblicke verspricht, so stöſst man dennoch bey seiner Ausführung auf mancherley Schwierigkeiten. Es gelinget nähmlich nicht leicht, den Stöpsel so einzuschieben, daſs kein Luftbläschen im Gefäſse bliebe; offenbar unmöglich ist es dabey zu bewirken, daſs der heraus getriebene Ueberschuſs der Flüssigkeit einzig und allein in den Einschnitt *b* trete, und nicht zugleich zwischen den übrigen Theilen des Halses und Stöpsels sich ausbreite. So bald man aber dieses nicht vollkommen in seiner Gewalt hat, so ist auch die beabsichtigte Genauigkeit zum Theil schon verloren; denn es werden sich nun bey verschiedenen Versuchen verschiedene Quantitäten der Flüssigkeiten im Halse des Gefäſses ausbreiten; ja, der Stöpsel selbst kann vielleicht eben wegen dieses Zwischenmittels nicht immer gleich tief eingeschoben werden. Auch hat man mit dem Austunken der Flüssigkeit aus der Kerbe *a* bey weiten zu lange zu thun, als daſs nicht ein Wechsel der Temperatur entstehen, und eine daraus entspringende Abirruug befürchtet werden könnte.

§. 94.

J. G. Schmeiſser's Instrument zur Bestimmung der spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten.

Unter diesem Nahmen hat Herr *Schmeiſser* *) eine Vorrichtung bekannt gemacht, welche ihrem Wesen nach ebenfalls in diese Cathegorie gehört und folgende Einrichtung hat. Ein gläsernes Gefäſs, *Taf. I. Fig.* 11., mit flachem Boden *a b c d* wird in seiner Mündung *a d* dergestallt konisch ausgeschliffen, daſs dasselbe mit einem ebenfalls konisch zugeschliffenen Stöpsel vollkommen verschlossen werden kann. Dieser Stöpsel *e* aber, der zugleich mit seinem Rande *f* auf der Mündung des Gefäſses ruhet, und also immer nur bis zu einer gleichen Tiefe eingeschoben werden kann, ist in seiner Mitte solchergestalt durchbohrt, daſs das Thermometer *b i*, welches zu dieser Absicht in *g* einen konischen stöpselartigen Ansatz hat, durch denselben hindurch gehet, und in *g* wohl eingerieben oder auch eingeküttet werden kann. Bey dem Gebrauche wird das Gefäſs mit der zu prüfenden Flüssigkeit gefüllt und dann durch Einschiebung des Stöpsels verschlossen; und man hat also allerdings den Vortheil, daſs sodann die Kugel des Thermometers mit eingeschlossen ist, und daſs man folglich zugleich auch an der Gradleiter *k* die Temperatur beobachten kann, während der Inhalt des Gefäſses auf der Wage gewogen wird.

Allein es lassen sich gegen diese Vorrichtung dennoch alle jene Einwendungen erheben, die mit Recht gegen das vorhin beschriebene Probeglas (§. 93.) gemacht worden sind; auch

*) Philosoph. Transact. 1793. p. 166. Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik. B. IX. St. 2. S. 97.

ist dasselbe wegen seiner künstlichen Zusammensetzung beynahe gar nicht in Anwendung gekommen.

§. 95.

Das Probeglas des Herrn Doctor Wagenmann.

Da dieses Gefäſs meinem späterhin zu beschreibenden Pyknometer sehr ähnlich ist, so begnüge ich mich hier, nur mit einigen Worten über die Einrichtung desselben Auskunft zu geben. Herr Doctor Wagenmann empfiehlt nähmlich *) ein gläsernes Fläschchen von der *Taf. I. Fig.* 9 abgebildeten Form, welches beyläufig 4 Loth Wassers fassen könne; und dessen breiter platter Rand *a* oben matt geschliffen sey, und mit einer ebenfalls matt geschliffenen Glastafel *b* von gleichem Umfange bedeckt werden könne. Bey der Anwendung soll dieses Gefäſs bis zur Bedeckung des obern Randes *a* mit der zu untersuchenden Flüssigkeit angefüllet, dann die Glasplatte *b* horizontal darauf geschoben, und auf diese Weise die Mündung geschlossen, und endlich, nachdem der Ueberschuſs der Flüssigkeit rein abgewischt worden ist, auf der Wage das absolute, und aus diesem (§. 82.) das spezifische Gewicht derselben gefunden werden.

§. 96.

Pyknometer des Verfassers.

Ganz von derselben Gestalt, als das im vorigen Paragraph beschriebene, war Anfangs das Probeglas, dessen ich mich, nachdem ich vom verewigten Doctor *Richter* **) die erste Idee dazu entlehnt hatte, vor mehreren Jahren schon bediente, und welches von einigen meiner Freunde zuerst *Gravimeter*, dann *Schweremesser*, und späterhin von sehr achtungswürdigen Gelehrten *Dichtigkeitsmesser*, und endlich *Pyknometer* (*Dünnemesser*, im Gegensatze von *dicht*) genannt worden ist. Allein bey dem oft wiederhohlten Gebrauch dieses Instruments entdeckte ich bald auch die aus der Konstruktion desselben entspringenden Mängel. Ich fand nähmlich, daſs es sehr schwierig sey, während dem Aufschieben der Glasplatte (§. 93 — 95.) das Eindringen der Luftblasen zu verhüthen; daſs es höchst unangenehm und beschwerlich sey, das Gefäſs von den mittelst der Glasplatte abgeschobenen, und also an seiner äuſsern Oberfläche sich ausbreitenden Flüssigkeiten (z. B. von Säuren oder Oehlen) zu reinigen; und endlich, daſs es fast unmöglich sey, dieſs alles ohne einen nachtheiligen Einfluſs auf die Temperatur des Inhalts zu verrichten. Um diese Schwierigkeiten zu heben, habe ich viele Versuche gemacht, die ich indessen hier übergehe, indem ich mein Pyknometer in derjenigen Form beschreibe, die ich bis jetzt für die beste halte.

§. 97.

Dieses Instrument ist ein konisches aus weiſsem Krystallglase ziemlich stark verfertigtes Fläschchen, *Taf. I. Fig.* 10, dessen Mündung *a* zu einem breiten, platten und oben matt abgeschliffenen Rande ausgeschweift ist, welcher mittelst einer ebenfalls matt geschliffenen und in *c* durchbohrten Glasplatte *b* im Umkreise der ganzen Mündung luftdicht verschlossen werden kann; so zwar, daſs alsdann nur die kleine in der Glasplatte selbst befindliche Oeffnung *c*, deren Durchmesser kaum ½ Linie betragen darf, unverschlossen bleibt.

§. 98.

So oft dieses Gefäſs gebraucht werden soll, wird es mit der zu untersuchenden Flüssigkeit so voll gegossen, daſs dieselbe, ohne sich jedoch bis auf den matt geschliffenen Rand auszubreiten, auf der Mündung eine kleine Erhabenheit bildet. Dann wird die Glasplatte *b* gerade von oben darauf gelegt und fest angedrückt. Das Wenige, um welches man etwa zu viel in das Gefäſs gegossen hätte, wird bey diesem Verfahren durch die Oeffnung *c* auf die Oberfläche der Glasplatte steigen, und dort einen runden Tropfen bilden, der sich mit dem Finger oder mit einem Tuche sehr leicht hinweg wischen läſst. Man wird einsehen, daſs, wenn dieser Versuch glücklich von Statten geht, hierbey das Volumen geschwind und sehr scharf abgesondert werden kann. Dieſs gelinget jedoch nur mit jenen Flüssigkeiten, deren Theilchen

*) Bulletin des Wissenswürdigsten v. Hermbstädt. B. VI. Heft 1. S. 22.

**) J. B. Richter über die neuern Gegenstände der Chemie, 1795. 5. Stück. S. 73.

unter einander stärker angezogen werden als von der Masse des Gefäſses, wie z. B. Wasser, Wein, Bier, mittelsalzige und schwache geistige Flüssigkeiten u. dergl.

Sind hingegen die zu prüfenden Flüssigkeiten von solcher Beschaffenheit, daſs ihre Theilchen vom Glase stärker angezogen werden als unter einander selbst, so wird man sich vergeblich bemühen, jenes Verfahren in Ausübung zu bringen; denn diese Flüssigkeiten werden sich immer, noch eher als sie eine convexe Oberfläche bilden können, auf dem matt geschliffenen Rande ausbreiten, und der scharfen Abmessung immer gleicher Voluminum hinderlich seyn. In diesem Falle erlanget man eine weit gröſsere Sicherheit, wenn man die Glasplatte *b* gänzlich hinweg läſst, und sich nach dem Augenmaſse richtet; indem man das Fläschchen, nachdem dasselbe beyläufig vollgefüllet worden ist, mit dem Auge in gleiche Höhe setzet, und, horizontal darüber visirend, mit einem Glasstäbchen so lange von der Flüssigkeit tropfenweise nachträgt, bis diese mit dem matten Rande eine vollkommen gleiche Ebene bildet. Oft wiederhohlte Versuche haben mich überzeugt, daſs der Irrthum bey diesem Handgriffe, wenn der Durchmesser an der Mündung des Fläschchens 4 — 5 Linien ausmachet, kaum $\frac{1}{10}$ eines Granes betragen kann. Auch hat man hierbey den Wechsel der Temperatur nicht zu fürchten; denn man kann, wenn das Gefäſs Anfangs nicht ganz voll gefüllt wird, ein kleines Thermometer in dasselbe setzen, und so die Temperatur untersuchen, wohl auch reguliren; und alles läſst sich dann, wenn man will, so verrichten, daſs das Gefäſs bis zu dem Augenblicke, wo es als vollkommen gefüllt gelten kann, mit den Händen gar nicht angegriffen wird. Und endlich kann dieſs Gefäſs nach jedem Versuche, mittelst eines mit Leinwand umwundenen Drahtes, sehr bald rein ausgewischt und ausgetrocknet werden; wozu die konische Form die gröſste Bequemlichkeit darbiethet.

§. 99.

Wenn auf solche Weise das Gefäſs, je nach Verschiedenheit der zu behandelnden Flüssigkeiten, mit oder ohne die Glasplatte *b*, auf das sorgfältigste gefüllt worden, so ist nichts anders mehr übrig, als, daſs man es auf die Wage stelle, abwäge, und aus dem absoluten Gewichte der in demselben enthaltenen Flüssigkeiten, in Vergleichung mit dem absoluten Gewichte eines gleichen Volumens Wassers (§. 82.), auch das spezifische Gewicht derselben finde. Um nun auch dieses auf einem möglichst einfachen Wege zu erreichen, habe ich mein Probeglas mit einem für dasselbe eigens eingerichteten Gewichtseinsatz versehen. Das gröſste Stück dieses Gewichtes wiegt genau so viel, als das Gefäſs bey + 14° Reaum. Temp. an reinem oder destillirtem Wasser fassen kann, und wird ohne alle Rücksicht auf jedes in irgend einem Lande angenommene Gewichts-System mit 1,000 (= 1) oder mit dem spezifischen Gewichte des Wassers bezeichnet. Die übrigen Stücke hingegen sind insgesammt Dezimal-Bruchtheile dieser Einheit, und nach Verschiedenheit ihrer Gröſse mit folgenden entsprechenden Zahlen überschrieben: 0,500; 0,300; 0,200; 0,100; 0,050; 0,040; 0,030; 0,020; 0,010; 0,009; 0,008; 0,007; 0,006; 0,005; 0,004; 0,003; 0,002; 0,001. Eine solche Einrichtung dieses Gewichtes gibt die groſse Bequemlichkeit, daſs man bey jedem Versuche die zum Aufwiegen der untersuchten Flüssigkeiten erforderlich gewesenen Gewichtstheile nur zusammen zählen und niederschreiben darf; denn diese Summe der aufgelegten Gewichtstheile ist, ohne alle Rechnung, zugleich der Ausdruck für das spezifische Gewicht der Flüssigkeit in Dezimal-Brüchen. Es wird demnach, wenn man z. B. die folgender Maſsen bezeichneten Gewichtstheile hätte auflegen müssen,

$$\begin{array}{rr} & 0{,}500 \\ & 0{,}200 \\ & 0{,}050 \\ & 0{,}040 \\ & \underline{0{,}001} \\ \text{die Summe} = & 0{,}791 \end{array}$$

das spezifische Gewicht seyn; und eben so ist, wenn folgende Gewichtstheile nöthig sind,

$$\begin{array}{rr} & 1{,}000 \\ & 0{,}200 \\ & \underline{0{,}010} \\ \text{die Summe} = & 1{,}210 \end{array}$$

das gesuchte spezifische Gewicht; und man gelanget, wofern übrigens das Dezimal-Gewicht richtig eingetheilt worden ist, jederzeit zu einer Genauigkeit, die dem Unterrichteten, welchem auch die bey andern Methoden vorkommenden Schwierigkeiten bekannt sind, nichts zu wünschen übrig läſst.

§. 100.

Aber auch zur Prüfung fester Körper kann dieses Instrument angewendet werden, indem man jene in das Probeglas bringet, dieses sodann mit destillirtem Wasser vollfüllet, vor und nachher abwäget, und endlich durch die Vergleichung der absoluten Gewichte der eingetauchten festen Körper mit den Räumen, die sie eingenommen hatten, auch die spezifischen Gewichte berechnet. Dem Geübtern sind die bey diesem Verfahren zu beobachtenden Regeln ohnehin bekannt, auch sind sie vorhin schon erläutert worden; ich begnüge mich daher, hier nur noch allen Feinden der Rechnung eine andere Methode mitzutheilen, bey deren Befolgung man allein durch die Subtraktion und Addition auch die spezifischen Gewichte der festen Körper ausmitteln kann. Man hat hierbey für Körper, die im Wasser nicht auflöslich sind, reines destillirtes Wasser nöthig; bey jenen hingegen, die im Wasser auflöslich sind, bedienet man sich des rektifizirten Terpenthin-Oehles, dessen spezifisches Gewicht gewöhnlich = 0,870 ist. Zwey Beyspiele werden zur vollkommenen Belehrung hinreichend seyn.

1) Es sey ein im Wasser unauflöslicher Körper zu untersuchen.

Man gieſse also in das Probeglas so viel destillirtes Wasser, als das halbe spezifische Gewicht desselben beträgt, d. i. so viel, als das mit 0,500 bezeichnete Stück des Gewichtes wiegt. In dieses Wasser fülle man so viel von dem klein zerbröckelten festen Körper, als nöthig ist, um dasselbe bis in die Mündung des Gefäſses steigen zu machen. Ist aber dieses mit Genauigkeit ausgeführt, und also das Gefäſs wie gewöhnlich scharf gefüllt; so bestimme man auf der Wage das Gewicht des gesammten Inhalts. Dieſs sey z. B. = 1,120; hiervon subtrahire man das Gewicht des angewendeten Wassers = 0,500, so bleiben 0,620; diesen Rest endlich verdopple man, so erhält man 1,240; und das ist eben das spezifische Gewicht des untersuchten Körpers. Oder:

2) Ein im Wasser auflöslicher fester Körper sey zu untersuchen.

In diesem Falle gieſse man so viel Terpenthin-Oehl, als das halbe spezifische Gewicht desselben ausmachet, d. i. 0,435, in das Probeglas und verfahre übrigens wie vorhin. Von dem Gewichte des gesammten Inhalts, den wir = 0,930 annehmen, subtrahire man das Gewicht des angewendeten Terpenthin-Oehles, so bleiben 0,495. Dieser Rest zwey Mahl genommen gibt 0,990, welches das gesuchte spezifische Gewicht ist.

§. 101.

5) *Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Gasarten oder der elastischen Flüssigkeiten.*

Die Methode, das spezifische Gewicht der Luftarten oder *permanent-elastischer* Flüssigkeiten zu erforschen, ist zwar der Hauptsache nach von jener nicht verschieden, deren man sich bey nicht elastischen oder tropfbaren Flüssigkeiten bedient (§. 82.); denn es wird hierbey gleichfalls das Gewicht eines abgemessenen Volumens der zu untersuchenden gasförmigen Flüssigkeit mit dem Gewichte eines gleichen Volumens Wassers verglichen, und durch die Division des erstern mit dem letztern der das spezifische Gewicht ausdruckende Quotient gefunden. Aber alle solche Versuche gehören dennoch unstreitig zu den schwierigsten Aufgaben der demonstrativen Chemie und Physik, und geben bey allem Fleiſse, bey der gröſsten Sorgfalt, oft sehr schwankende Resultate; weil das Abwägen elastischer Flüssigkeiten mit beynahe unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft ist.

§. 102.

Man verfährt dabey im Allgemeinen folgender Maſsen. Ein gläserner Ballon, dessen Mündung durch einen daran befestigten Hahn luftdicht verschlossen werden kann, wird auf die Luftpumpe gesetzt, und die atmosphärische Luft so sehr als möglich aus demselben heraus gepumpt. Dann wird der Hahn verschlossen, der Ballon aber von der Luftpumpe losgeschraubt, und auf einer empfindlichen Wage auf das genaueste abgewogen. Um denselben mit der zu untersuchenden Gasart zu füllen, wird er sodann auf eine tubulirte Glocke geschraubt, und mit dieser zugleich auf die pneumatische Wanne gesetzt; worauf man die Glocke mit dem beliebigen Gas anfüllet, und endlich den Hahn öffnet, damit dasselbe aus der Glocke in den Ballon überströme. Ist der Ballon auf diese Weise vollgefüllt worden, so kommt er wiederhohlt auf die Wage; und der Zuwachs, den man nun am Gewichte findet, wird als das abso-

lute Gewicht der Gasart angesehen, und mit dem Gewichte einer Quantität Wassers, die den Ballon anfüllen kann, dividirt.

§. 103.

Da bey solchen Versuchen die atmosphärische Luft immer nur mit Hülfe der Luftpumpe aus dem Ballon heraus gezogen wird, so ist es klar, daſs derselbe niemahls vollkommen leer gemacht werden kann. Es bleibt also jedes Mahl eine kleine Menge Luft zurück, die mit gewogen wird. Dieser Rest wird nun zwar durch ein während der Operation mit der Luftpumpe in Verbindung gebrachtes *Probe-Barometer* bestimmt und bey der Berechnung abgezogen; allein wer bürgt dafür, daſs nicht auch die elastischen Flüssigkeiten, wenn sich deren zwey oder mehrere mit einander vermischen, nach dem allgemeinen Gesetze der Natur verdichtet oder ausgedehnet, und folglich eine Volumens-Veränderung erleiden werden?

§. 104.

Nicht minder wichtige Schwierigkeiten entspringen bey solchen Versuchen auch aus dem immerwährenden Einflusse der Atmosphäre, deren Wirkung man am Barometer kennen lernen kann. Diese den ganzen Erdball umgebende Flüssigkeit drücket nähmlich mit demselben Gewichte, dessen Vermehrung und Verminderung im Barometer das Steigen und Fallen des Quecksilbers bewirkt, auch auf alle übrigen in derselben eingetauchten Dinge. Wenn nun aber dieser Druck auf feste und tropfbar flüssige Materien nur eine geringe Wirkung äuſsert, und daher bey der Bestimmung ihrer spezifischen Gewichte (§. 62 u. s. f.) als unbedeutend übersehen werden kann; so ist er dagegen bey elastischen, also compressibeln Flüssigkeiten von der gröſsten Wichtigkeit: denn diese werden bey allen Veränderungen im Drucke der Atmosphäre mit verändert, und nehmen also, wie diese selbst, bey gleich bleibender Temperatur bald ein kleineres, bald ein gröſseres Volumen an, je nachdem sie mehr oder weniger gedrückt werden. Um den sehr bedeutenden Irrungen, die hieraus entspringen können, auszuweichen, ist es folglich nothwendig, daſs man bey jedem Abmessen oder Abwägen der Gasarten, nebst der schärfsten Beobachtung der Wärmegrade auch den Stand des Barometers, diesen einzigen, einiger Maſsen zuverlässigen Maſsstab für den Druck der Atmosphäre, sorgfältig mit in Betrachtung ziehe.

Eine ausführliche Beschreibung der bey diesen überaus complizirten Operationen dienlichen Handgriffe und der dabey erforderlichen, gröſsten Theils von Französischen und Englischen Gelehrten erfundenen, Hülfs-Instrumente würde mich indessen zu weit von meinem vorgesteckten Ziele entfernen; man findet diese aber in den Lehrbüchern der Physik und Chemie, und vorzüglich in *Lavoisier's* Werken *), wo sie zuerst in der Form einer eigenen Wissenschaft unter dem Nahmen der *Gasometrie* aufgestellt worden sind.

§. 105.

c) Bestimmung des spezifischen Gewichtes durch andere Hülfs-Instrumente.

Auſser den vorhin beschriebenen Mitteln zur Erforschung des spezifischen Gewichtes hat man, zu eben dieser Absicht, auch noch einige andere Hülfs-Instrumente unter dem Nahmen der *Araeometer*; deren Beschreibung aber, weil diese Werkzeuge auch in manche andere Beziehung kommen, und einer ausführlichen Erklärung ihrer Einrichtung wohl würdig sind, der vierte Abschnitt, auf welchen hiermit auch der Leser verwiesen wird, gewidmet seyn soll.

*) *Lavoisier's* System der antiphlogistischen Chemie.

Dritter Abschnitt.

Anwendung der Lehre vom spezifischen Gewichte auf die Chemie und andere Wissenschaften und Künste.

§. 106.

Da allen natürlichen Körpern, welche die Eigenschaft eines absoluten Gewichtes und einer bestimmten Ausdehnung besitzen, nothwendig auch das Resultat aus diesen beyden Gröſsen, nähmlich ein spezifisches Gewicht zugeschrieben werden muſs; so folgt daraus, daſs die Lehre vom spezifischen Gewichte nur einige problematische Stoffe, als: Licht, Wärme, Elektrizität und Magnetismus ausgenommen, sich auf alle übrigen Gegenstände der ganzen Schöpfung erstrecket, und daher in allen jenen Wissenschaften, die mit der Körperwelt in irgend einer nähern oder entferntern Beziehung stehen, mehr oder weniger ihre nützliche Anwendung finden kann. Vorzüglich wichtige Dienste aber leistet die Kenntniſs des spezifischen Gewichtes der Körper in der Physik und Chemie, und in allen jenen Künsten und Gewerben, welche auf die technische Anwendung dieser Wissenschaften gegründet sind. Man pflegt dabey aus dem spezifischen Gewichte der Körper

A. entweder bey gegebenem Volumen ihr absolutes Gewicht, oder bey gegebenem absolutem Gewichte ihr Volumen;

B. ihre Echtheit oder Verfälschung; und endlich

C. die Massenverhältnisse zwischen den Bestandtheilen zusammen gesetzter Körper

zu beurtheilen; und gelanget, wie wir in der Folge sehen werden, auf diesem Wege zu Aufschlüssen, die man auf jedem andern überaus mühsam, und dessen ungeachtet sehr oft vergeblich suchen müſste.

A. Beurtheilung des absoluten Gewichtes und des Volumens der Körper nach ihrem spezifischen Gewichte.

§. 107.

So wie man aus dem absoluten Gewichte und dem Volumen der Körper das spezifische Gewicht derselben folgern kann (§. 49.); eben so läſst sich aus ihrem spezifischen Gewichte und ihrem Volumen das absolute Gewicht, oder aus ihrem absoluten und spezifischen Gewichte ihr unbekanntes Volumen finden, indem man

im ersten Falle die spezifischen Gewichte derselben mit dem Gewichte einer dem Volumen nach gleichgroſsen Menge Wassers multiplizirt;

im zweyten Falle hingegen, indem man ihre spezifischen Gewichte mit dem Gewichte irgend einer kubisch-bestimmten Menge Wassers multiplizirt, und mit dem Produkt in ihre absoluten Gewichte dividirt.

Einige Beyspiele werden diefs noch näher beleuchten.

§. 108.

a) Wie viel wiegt 1 *Wiener Kubik-Zoll eines Körpers, dessen spezifisches Gewicht* = 19,258 *gefunden worden ist?*

Ein Kubik-Zoll reinen Wassers wiegt bekanntlich 250,2 Wiener Apotheker-Gran. Das spezifische Gewicht des zu beurtheilenden Körpers aber ist = 19,258; und man findet folglich, wenn man diese beyden Zahlen mit einander multiplizirt (§. 15.)

```
   19,25 8
    2 50,2
   -------
   38 51 6
  9629 0
 38516
 ---------
 4818,3 51 6
```

auch das Gewicht eines Kubik-Zolles = 4818,3516 (§. 12.) = 4818,35 Wiener Apotheker-Gran.

Hat man auf diese Weise das Gewicht eines einzelnen Kubik-Zolles irgend einer Masse gefunden, so ist es dann sehr leicht, auch das Gewicht gröfserer Massen zu bestimmen; denn wenn z. B. das Gewicht von $3\frac{1}{4}$ Kubik-Zoll gesucht werden sollte, so darf man, wie leicht einzusehen, blofs das Gewicht eines Kubik-Zolles mit der Zahl $3\frac{1}{4}$ (§. 9.) = 3,25 multipliziren,

```
      48 18,35
          3 25
   -----------
    240 91,75
    963 67,0
  14455,05
  -----------
  15659,63 75
```

um auch das absolute Gewicht von $3\frac{1}{4}$ Kubik-Zoll = 15659,6375 (§. 12.) = 15659,64 Gran zu finden.

§. 109.

b) Wie grofs ist das Volumen (oder der kubische Inhalt) eines Körpers, welcher 20350 *Gran wiegt, und dabey ein spezifisches Gewicht* = 19,258 *besitzt?*

Man multiplizire nach der oben angegebenen Regel (§. 107.) mit der das spezifische Gewicht ausdruckenden Zahl = 19,258 das Gewicht eines Kubik-Zolles Wassers = 250,2; so erhält man das Gewicht eines Kubik-Zolles von dem zu beurtheilenden Körper = 4818,35 (§. 108). Mit dieser Zahl dividire man das vorher gefundene absolute Gewicht des Körpers = 20350, (§. 20.),

```
4818,35|20350,00|4,22
       |1927340 |
        -------
        1076600
         963670
        -------
        1129300
         963670
        -------
         165630 u. s. w.
```

so findet man auch das Volumen oder den körperlichen Inhalt desselben = 4,22 Wiener Kubik-Zoll.

§. 110.

Beyde (§. 108 und 109.) angezeigten Aufgaben kommen zwar am häufigsten im Wirkungskreise des Baumeisters und Metallarbeiters vor, wo man so oft voraus zu bestimmen hat, wie viel Materialien zu irgend einer nach einem gegebenen Mafsstabe zu erbauenden oder zu verfertigenden Sache erforderlich seyn, und wie hoch sich folglich die Kosten belaufen werden; oder wie grofs der Druck seyn wird, den gewisse auf einander gethürmte Massen vermöge ihres eigenthümlichen Gewichtes hervor bringen können. Allein nicht selten hat man auch in der Chemie und in andern damit verwandten Künsten, hauptsächlich aber in jenen Fällen, wo der kubische Inhalt von Hohlgefäfsen zu messen ist, zu ihrer nützlichen Anwendung Gelegenheit, wie folgende Beyspiele zeigen werden:

§. 111.

c) Es sey der kubische Inhalt eines Gefäfses nach Wiener Kubik-Zollen zu bestimmen.

Man fülle das Gefäfs mit destillirtem oder reinem Regenwasser, dessen Temperatur + 14° Reaum. sey, ganz voll, und bestimme auf der gemeinen Schalwage das absolute Gewicht desselben, welches wir = 30580 Wiener Apotheker-Gran annehmen wollen. Diese Zahl dividire man mit jener, die das Gewicht eines Kubik-Zolles Wassers ausdruckt = 250,2 (§, 20.),

```
250,2 | 30580,0 | 12,22
        2502
         5560
         5004
          5560
          5004
           5560
           5004
            556 u. s. w.
```

so findet man den kubischen Inhalt des Gefäfses = 12,22 Wiener Kubik-Zoll.

§. 112.

d) Es sey irgend ein Gefäfs so einzurichten oder zu gradiren, dafs man in demselben eine beliebige Anzahl von Kubik-Zollen abmessen könne.

Solche Gefäfse sind in den meisten Fällen aus Glas verfertigte hohle Cylinder, oder Röhren, oder auch Glocken, an deren äufsern Flächen die Räume, welche einzelne Kubik-Zolle einnehmen, durch Ringe oder Linien angedeutet werden, die in das Glas selbst eingeätzt sind. Sie dienen vorzüglich zur Abmessung elastischer, manches Mahl wohl auch tropfbarer Flüssigkeiten, und werden nach sehr verschiedenen Methoden gradirt.

Gewöhnlich bedient man sich dabey eines Gefäfses, welches genau 10, oder wenn man kleinere Abtheilungen machen will, wohl auch nur 1 Kubik-Zoll fassen kann. In diesem Gefäfse werden sodann entweder immer gleiche Portionen Quecksilber abgemessen und in das zu gradirende Gefäfs ausgegossen, an der äufsern Fläche desselben aber die Räume bezeichnet, welche jene Quecksilber-Volumina eingenommen haben. Oder man füllet wohl auch das ganze Gefäfs mit Wasser, stellet es umgekehrt auf eine pneumatische Wanne, und läfst mit Hülfe eben jenes Mafses immer gleiche Volumina atmosphärischer Luft in dasselbe steigen, um auf diese Weise die Räume, welche diese Luft-Portionen einnehmen, zu finden und zu bezeichnen.

§. 113.

Die praktische Ausführung dieser beyden Methoden ist indessen mit sehr grofsen Schwierigkeiten verbunden; denn die Abmessung immer gleicher Quantitäten ist nicht nur an sich

schon eine überaus delikate Aufgabe; sondern es treten hierbey auch noch einige andere Umstände ein, die der richtigen Ausführung hinderlich seyn können.

Im ersten Falle nähmlich ist, selbst wenn das Quecksilber noch so genau abgemessen worden wäre, der Raum, den es in dem zu gradirenden Gefäfse eingenommen hat, sehr schwer genau zu bestimmen, weil diese metallische Flüssigkeit immer eine convexe Oberfläche annimmt.

Im zweyten Falle hingegen wird das in dem auf der pneumatischen Wanne stehenden Gefäfse enthaltene Wasser durch seine eigene Schwere immer eine Ausdehnung der über demselben befindlichen Luft bewirken; und dieselbe Menge atmosphärische Luft, welche in dem Mafse nur 1 Kubik-Zoll eingenommen hat, kann folglich, bey verminderter oder vermehrter Compression in dem zu gradirenden Gefäfse sehr füglich einen gröfseren oder kleineren Raum einnehmen, und dadurch Unrichtigkeiten in die Gradirung bringen. Zwar kann man diesem Fehler dadurch vorbeugen, dafs man das zu gradirende Gefäfs so weit untertauchet, bis das Wasser in und aufser demselben auf gleicher Höhe stehet; allein jene Abirrungen, die bey elastischen Flüssigkeiten aus kleinen Unterschieden in der Temperatur und im Drucke der Atmosphäre entspringen können, sind dann immer noch nicht gehoben. Auch wird bey dieser Methode das Mafs, dessen man sich dabey bedienet, während dem Einbringen der atmosphärischen Luft jedes Mahl mit Wasser gefüllt und benetzt; wodurch, wenn auch nur einige Tropfen in demselben hängen bleiben sollten, denn doch, bey oft wiederhohlten Messungen, das Volumen der abgemessenen Luft einigen Abgang erleiden kann.

§. 114.

Sicherer, und mit Beseitigung eines grofsen Theils jener Schwierigkeiten, erreicht man dieselbe Absicht, wenn man sich des reinen Wassers bedient, und dabey die beliebigen Volumina in dem zu gradirenden Gefäfse selbst durch das Gewicht bestimmt. Man klebe zu dem Ende auf die eine Seite dieses Gefäfes einen mit willkührlichen, aber sehr kleinen Graden eingetheilten und numerirten Papierstreifen, und hänge dasselbe an einer empfindlichen Wage auf. Man wäge ferner in dem Gefäfse selbst, wenn dasselbe z. B. nach Wiener Kubik-Zollen gradirt werden soll, so viel Wasser ab, als das Volumen eines Kubik-Zolles beträgt, d. i. 250,2 Wiener Apotheker-Gran, und bemerke zuletzt, bis zu welchem Grade der papiernen Skala das Gefäfs durch diese Menge Wassers gefüllet wird. Dasselbe Verfahren setze man sodann, indem man immer wiederhohlt 250,2 Gran hinzugiefset, so lange fort, bis man die erforderliche Anzahl von Kubik-Zollen gefunden hat; und ätze oder zeichne endlich an jenen Stellen, die man sich auf der papiernen Skale bemerkt hat, die gefundenen Grade entweder mit Flufsspath-Säure oder mit Hülfe eines Demants, auf die Oberfläche des Glases selbst.

Diese Methode verdient nach meiner Erfahrung jenen beyden vorgezogen zu werden; denn die Volumina können auf solchem Wege durch das Gewicht bey weitem schärfer bestimmt werden, als man sie durch irgend ein Mafs findet; auch ist der Stand des Wassers leichter zu beobachten, als das Niveau des Quecksilbers; und endlich kann man, da die Massen im Gefäfse selbst abgewogen werden, sicher seyn, dafs auch die ganzen beabsichtigten Volumina des Wassers in demselben wirklich vorhanden seyn werden. Nur bediene man sich dabey eines sehr genauen Gewichtes, und verhüthe nicht minder jeden Wechsel der Temperatur, welcher sich durch die Berührung des Gefäfses mit den warmen Händen, oder durch andere Zufälle einschleichen und Irrungen veranlassen kann.

§. 115.

e) Es sey das absolute Gewicht von 22 Wiener Kubik-Zoll irgend einer Gasart zu berechnen, deren spezifisches Gewicht = 0,001305 ist.

Man suche zuerst das absolute Gewicht von einem gleichen Volumen, d. i. von 22 Kubik-Zoll Wassers, welches, wenn 1 Kubik-Zoll 250,2 Gran wiegt (§. 108.),

$$\begin{array}{r} 250{,}2 \\ \underline{22} \\ 500\,4 \\ \underline{5004} \\ 5504{,}4 \end{array}$$

5504,4 Wiener Apotheker-Gran beträgt. Mit dieser Zahl multiplizire man sodann jene Zahl, die das spezifische Gewicht der zu beurtheilenden Gasart ausdruckt, = 0,001305 (§. 15.),

$$
\begin{array}{r}
0{,}00130\,5 \\
\underline{5504{,}4} \\
522\,0 \\
5220 \\
6525 \\
\underline{6525} \\
7{,}1832420
\end{array}
$$

um auch das verlangte absolute Gewicht = 7,18324 oder abgekürzt = 7,18 Wiener Apotheker-Gran zu finden.

§. 116.

In allen hier vorausgeschickten Beyspielen ist, wie man bereits wird wahrgenommen haben, als Kubik-Maſs der Wiener Kubik-Zoll angenommen worden, weil dieses Maſs in den k. k. Oesterreichischen Staaten das bekannteste und gesetzmäſsige ist. Man kann sich aber dabey eben so gut eines jeden andern Maſses bedienen, wie es in andern Ländern auch wirklich geschieht; nur gebrauche man sodann, wenn in den Rechnungen statt dem gewählten Kubik-Maſse Wasser, das Gewicht desselben vorkommt, die Vorsicht, so viel Gran des Gewichtes anzusetzen, als das dieses Maſs ausfüllende Wasser wirklich wiegt. So müſste man z. B. für das Gewicht des Wassers unter dem Raume eines Französischen Kubik-Zolles (dessen sich bisher die meisten Gelehrten bedient haben) 373½ Gran altfranzösischen Markgewichtes (§. 37.), oder 311,11 Wiener Apotheker-Gran in Anschlag bringen.

Was aber die hierher gehörigen Versuche mit Gasarten insbesondere anbetrifft; so finden sich, eben weil diese elastisch sind, bey ihrer Vollziehung alle jene Schwierigkeiten wieder, deren oben schon (§. 104.) gedacht worden ist. Sie sind daher ebenfalls als Gegenstände der Gasometrie anzusehen, und als solche mit groſser Vorsicht und Genauigkeit zu unternehmen.

B. Das spezifische Gewicht der Körper als Kennzeichen ihrer Echtheit.

§. 117.

Die unendliche Verschiedenheit, welche im spezifischen Gewichte der Körper verschiedener Art gefunden wird, hauptsächlich aber die Erfahrung, daſs eine und dieselbe Art von Körpern im reinen, unverfälschten Zustande, einige nur aus zufälligen Ursachen entspringende kleine Abweichungen ausgenommen, immer ein gleiches spezifisches Gewicht behauptet, berechtiget uns, den Schluſs zu ziehen, daſs die Natur jedem unter jenen einfachen Stoffen, die in so mannigfaltigen Zusammensetzungen die ganze Schöpfung bilden, ein eigenes Verhältniſs seines Gewichtes zu seinem Raume angewiesen habe; daſs daher unter allen höchst wahrscheinlich nicht zwey derselben, im reinen Zustande, gleichgroſse spezifische Gewichte besitzen können; und, daſs folglich diese Verschiedenheit als ein überaus wichtiges und mit dem innern Wesen jener Urstoffe in der strengsten Beziehung stehendes Kennzeichen der Körper angesehen werden müsse.

§. 118.

Die Gelehrten aller Zeiten scheinen jene Eigenschaft der natürlichen Körper auch wirklich aus diesem Gesichtspunkte betrachtet zu haben; denn es finden sich selbst in der ältesten Geschichte bereits Spuren von der Erkenntniſs des spezifischen Gewichtes und ihrer Anwendung zur Beurtheilung der Metalle (§. 46.); aber ohne Vergleich mehr haben in dieser Sache die Naturforscher der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts gearbeitet. Mit unermüdlichem Fleiſse haben sie durch unzähliche und höchst mühsame Untersuchungen die spezifischen Gewichte der meisten natürlichen Körper bestimmt, und, in tabellarischer Form zusammen getragen, der Nachwelt hinterlassen; so, daſs wir nun in vielen Fällen mit einem Blicke auf diese Tabellen ersehen, was wir ohne solche Vorarbeiten durch Stunden lange Versuche kaum finden würden; und in wenigen Tagen zu Kenntnissen gelangen können, deren Einsammlung auf dem Wege eigener Erfahrung uns einen Zeitaufwand von vielen Jahren gekostet haben würde.

§. 119.

Solche Tabellen sind nun freylich bey weitem das noch nicht, was sie seyn sollten, und was sie einst werden können; denn manche in denselben enthaltene Angaben sind vielleicht

schwankend, einige wohl gar unrichtig, wie man schon aus ihrer Verschiedenheit bey einem und demselben Gegenstande abnehmen kann. Aber dennoch würde man sehr irren, wenn man alle diese Mängel offenbaren Fehlgriffen in den Untersuchungen zuschreiben wollte; denn sie können eben so wohl in der veränderten Beschaffenheit der untersuchten Körper selbst, als auch in andern uns unbedeutend scheinenden Nebenumständen ihren Grund haben. Ja, es ist sogar möglich, daſs unsrer Aufmerksamkeit manche fremde, von unserm beschränkten Wissen noch nicht erkannte, Beymischung entgehet; und daſs sich folglich in solchen Fällen bey unsern Versuchen sehr natürlich ein anderes spezifisches Gewicht ergeben muſs, als wir zu einer andern Zeit finden können, wenn uns der Zufall einen von solchen Beymischungen freyen Körper in die Hände gibt. Bey allen diesen Gebrechen bleiben aber dennoch solche Tabellen für uns schon aus dem Grunde immer ein unschätzbares Geschenk, weil sie uns — wenn auch mathematische Gewiſsheit und Schärfe nur selten, und nur bedingungsweise erreichbar ist — doch immer näher an die Wahrheit führen. Ihre Mängel sollen uns daher von ihrer Pflege und Erweiterung nicht abschrecken; sondern sie müssen uns vielmehr zur Erforschung der Grundursachen jener Abweichungen aneifern; und zur Berichtigung der noch vorwaltenden Irrthümer aufmuntern.

§. 120.

Die im zweyten Theile befindliche Tabelle IX. enthält eine solche möglichst berichtigte Zusammenstellung der spezifischen Gewichte vieler natürlicher Körper. Ich habe bey ihrer Zusammensetzung *Cavallo's* *) aus *Muschenbroek's* **) und *Brisson's* ***) Werken gezogene Tabelle zum Grunde gelegt, und dabey auch einige andere neue Quellen benutzt. Die spezifischen Gewichte der Holzarten sind nach den neuern Angaben des königlich Preuſsischen Oberbauraths Hr. *Eytelwein* ****) berichtiget; die mit *M.* bezeichneten Stellen aber beziehen sich auf die Resultate meiner eigenen Versuche. Die Erforschung der spezifischen Gewichte des Porzellans und der Glaubersalz-Gläser habe ich an solchen Stücken vorgenommen, die mir durch die Gefälligkeit der *Löblichen Direktion* unmittelbar aus der *k. k. Porzellan- und Spiegel-Manufaktur* hierselbst mitgetheilt worden sind; welche Bewandtniſs es mit den Säuren und den flüchtigen Laugensalzen gehabt habe, wird weiter unten erörtert werden. Bey jenen Körpern, deren spezifische Gewichte an sich sehr veränderlich oder doch wenigstens bisher sehr ungleich angegeben worden sind, findet man, um der Kürze willen, aus allen Angaben nur die beyden Extreme angesetzt.

§. 121.

Wenn nun gleich die in dieser Tabelle aufgestellten Gröſsen mehr oder weniger dem Schwanken unterliegen; so ist sie dennoch zur vergleichenden Uebersicht sehr bequem, und in vielen Fällen kann man mit Hülfe derselben sogar die Echtheit der Körper beurtheilen. So z. B. wird selbst ein Nichtkenner der Juwelen nicht leicht ein geschliffenes Glas für einen Diamanten ansehen, wenn er weiſs, daſs das erstere höchstens ein spezifisches Gewicht von 2,892 besitzen kann, während sogar die leichtesten Diamanten in gleichem Raume 3,444 wiegen. Eben so wenig wird er eine Metallmischung von 7,800 spezifischen Gewichtes, wäre sie auch noch so schön gelb von Farbe, für Gold, oder eine andere von 10,150 spezifischen Gewichtes für Zinn kaufen; weil 7,800 zu weit vom spezifischen Gewichte selbst des mit andern Metallen stark legirten Goldes = 15,709, 10,150 hingegen vom spezifischen Gewichte nicht nur des Englischen, sondern sogar auch des Böhmischen Zinnes = 7,450 viel zu sehr, und höchst verdächtiger Weise weit weniger vom spezifischen Gewichte des Bleyes abstehet.

§. 122.

Die Juwelenhändler, die Goldschmiede, die Zinngieſser und die übrigen Metallarbeiter haben nur zu oft auf diesem Wege die Unwissenheit des Publikums gemiſsbraucht, um ohne Mühe und Arbeit reich zu werden; aber häufiger noch haben dieses gewinnsüchtige chemische Laboranten und Kaufleute gethan. Es ist unbeschreiblich, mit welchem Eifer man vorzüglich die Verfälschung der Flüssigkeiten kultivirt hat. Man hat zu dieser schändlichen Absicht nicht

*) *Cavallo's (Tiberius)* Handbuch der Experimental-Naturlehre, Deutsche Uebersetzung. Erfurt bey Hennigs. 1804. B. II. S. 78.

**) Indroduct. ad Phil. naturalem. Tom. II. 536. sqq.

***) *Brisson's*, die spezifischen Gewichte des Körper, Deutsche Uebersetzung. Leipzig bey Schäfer. 1795.

****) *Eytelwein* Statik der festen Körper.

selten neu entdeckte Eigenschaften der Körper, deren Mittheilung die Wissenschaft erweitert haben würde, benutzt, und sie blofs darum verschwiegen, um desto weniger bey dem Betruge gestört zu werden. Eine genaue Bekanntschaft mit den spezifischen Gewichten der Körper ist daher auch als Schutzmittel gegen absichtliche Täuschungen in allen jenen Künsten und Wissenschaften, deren Gegenstände der Körperwelt zugehören, überaus nützlich und nothwendig; vor allen aber sollte sie dem Pharmazeuten nicht fremd seyn; denn sein Wirkungskreis umfasset eine grofse Anzahl natürlicher Körper, und aus denselben bereiteter Kunstprodukte, bey denen durch Unkunde des Apothekers nicht nur das eigene Vermögen desselben, sondern — möchte doch jeder den Umfang dieser Worte fühlen! auch das physische Wohl der leidenden Menschheit gefährdet werden kann.

C. Beurtheilung der Massenverhältnisse in zusammen gesetzten Körpern nach ihren spezifischen Gewichten.

§. 123.

So wie man aus der Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes im Allgemeinen die Echtheit oder Verfälschung der Körper mit andern Materien erkennen kann (§. 121); eben so lassen sich im Besondern aus der Gröfse dieser Verschiedenheit, unter gewissen Bedingungen, in vielen Fällen auch die Massenverhältnisse der Bestandtheile in zusammen gesetzten Körpern beurtheilen; denn nicht nur wird jede Mischung aus zwey Materien von verschiedenen spezifischen Gewichten selbst ein spezifisches Gewicht besitzen, welches geringer ist, als das spezifische Gewicht des schwerern, und gröfser als das des leichtern Bestandtheils, sondern dasselbe wird auch um so viel gröfser oder geringer seyn, als mehr von dem schwereren, oder mehr von dem leichtern Bestandtheile in der Mischung enthalten ist; und man kann folglich, wenn die spezifischen Gewichte der einzelnen Bestandtheile bekannt sind, aus dem Verhältnisse, in welchem diese zum spezifischen Gewichte der Mischung stehen, auch auf das quantitative Verhältnifs jener Bestandtheile schliefsen.

§. 124.

Archimedes, ein Grieche, der um das Jahr 3770 nach Erschaffung der Welt lebte, wird in der Geschichte als der Erfinder dieser Methode, die Massenverhältnisse in gemischten Körpern zu erforschen, angeführt. Ein Anverwandter desselben, der König *Hieron* von *Syrakusa*, hatte ihm nähmlich eine goldene Krone übersendet, damit er untersuchen möchte, ob sie aus unverfälschtem Golde verfertiget sey oder nicht? Diese Aufgabe, die bis auf unsere Zeiten den Nahmen des *Archimedeischen Problems* behalten hat, lösete er durch eine hydrostatische Untersuchung, indem er die in der Luft 18 Pfund wiegende Krone auch unter dem Wasser wog, und ihren Gewichtsverlust = $1\frac{1}{3}$ Pfund fand. Da nun nach seinen Erfahrungen 18 Pfund reinen Goldes während dem Einsinken in das Wasser nur 1 Pfund, eben so viel Pfunde reinen Silbers aber $1\frac{1}{2}$ Pfund von ihrem Gewichte verloren hatten; so schlofs er aus dem Verhältnisse dieser Gewichtsverluste gleicher Mengen zum Gewichtsverluste der Krone auch auf ihre Bestandtheile, und brachte durch Rechnung heraus, dafs der Künstler zu ihrer Verfertigung nur 6 Pfund Gold und 12 Pfund Silber verwendet habe. Archimedes gründete, wie man aus der Ablösungsformel seines Problems selbst unterrichtet wird, sein Urtheil auf die Voraussetzung, dafs die Volumina beyder Metalle während der Vermischung keine Veränderung erleiden könnten, und folglich das Volumen der Mischung genau so grofs bleiben werde, als die Summe der Voluminum des Goldes und Silbers vor der Mischung gewesen sey.

§. 125.

Wenn diese Voraussetzung durch die Erfahrung wirklich bestätiget würde, so wäre allerdings nichts leichter, als aus den bekannten spezifischen Gewichten der Bestandtheile das spezifische Gewicht einer zu machenden Mischung vorher zu sagen, oder aus dem spezifischen Gewichte einer Mischung das gegenseitige Verhältnifs der Bestandtheile zu beurtheilen; denn man bedürfte blofs der Proportional-Rechnung, und könnte, wenn z. B. zwey Materien, deren spezifische Gewichte = 3 und = 1 wären, zu gleichen Theilen mit einander vermischt werden sollten, mit Gewifsheit voraus bestimmen: dafs sich nun das beyderseitige Gewicht gleichförmig in die Masse vertheilen, und folglich die Mittelzahl aus jenen Gröfsen = 2 das spezifische Gewicht der Mischung seyn werde. Eben so würde man auch umgekehrt aus dem spezifischen Gewichte einer Mischung = 2 den Schlufs ziehen, dafs sie aus gleichen Theilen

jener beyden Materien bestehe, und nach dieser Regel auch alle übrigen Mischungsverhältnisse beurtheilen können.

§. 126.

Allein in der Erfahrung wird jene Voraussetzung nur höchst selten bewährt gefunden. In den meisten Fällen nehmen die Mischungen andere Capazitäten für den Wärmestoff an, als die ihrer einzelnen Bestandtheile vor der Vereinigung gewesen sind; woraus denn folgt, dafs auch ihre Volumina der Summe der Voluminum jener Bestandtheile vor der Vermischung nicht gleich seyn können. Ja, die Ordnung, in welcher diese Volumens-Veränderungen erfolgen, ist sogar nicht in allen Fällen dieselbe; sondern sie unterliegt beynahe eben so vielen Abänderungen, als Mischungen und Mischungsverhältnisse denkbar sind. Einige Mischungen nehmen eine geringere Capazität für den Wärmestoff an, als ihren Bestandtheilen vor der Verbindung eigen gewesen ist, und sinken daher, indem sie einen Theil jenes Wärmestoffes, der vorher ihre gröfsere Ausdehnung bewirkt hat, verlieren, in ein kleineres Volumen zusammen. Andere hingegen gewinnen an Capazität für den Wärmestoff, und dehnen sich folglich in gröfsere Räume aus, als ihre Bestandtheile vor der Vereinigung eingenommen hatten. Im ersten Falle gehet die überflüssig gewordene Wärme auf die die Mischung umgebenden Gegenstände über, und bewirkt das Phänomen der fühlbaren Wärme; im zweyten Falle hingegen raubt die neue Mischung den zunächst gelegenen Körpern ihre freye Wärme, und erregt Kälte. In allen Fällen endlich finden diese Erscheinungen in gröfserm oder geringerm Mafse Statt, je nachdem die Capazitäten für den Wärmestoff mehr oder weniger verändert worden sind. Zugleich mit diesen Volumens-Veränderungen werden aber verhältnifsmäfsig auch die spezifischen Gewichte der Körper verändert; denn so bald irgend eine Masse bey unverändertem absolutem Gewichte eine gröfsere Ausdehnung erhält, mufs sie nothwendig in gegebenem Raume weniger wiegen, d. i. spezifisch leichter seyn als vorhin; so wie sie im Gegensatze, wenn sie unter eben jener Bedingung in ein kleineres Volumen zusammen gezogen wird, bey ebenfalls bestimmter Ausdehnung ein gröfseres Gewicht besitzen, d. i., spezifisch schwerer seyn wird.

§. 127.

Die Beurtheilung der Massenverhältnisse in zusammen gesetzten Körpern durch die Mittelzahl aus den spezifischen Gewichten der einzelnen Bestandtheile, oder durch das Archimedische Problem, kann also nicht Statt haben; sie würde zu vielen Irrungen führen, die, wie man in der Folge einzusehen Gelegenheit finden wird, je nach Umständen sogar 10 bis 16 pro Cent der ganzen zu beurtheilenden Masse betragen könnten. Zwar haben die Gelehrten verschiedener Zeiten diesem Fehler dadurch abzuhelfen gesucht, dafs sie, zugleich mit den spezifischen Gewichten der Bestandtheile, auch die Verdichtung oder Ausdehnung derselben während der Vermischung, in Rechnung nahmen. Sie haben zu dieser Absicht die Volumensveränderungen einiger Mischungsverhältnisse praktisch untersucht, und dann aus diesen einzelnen Erfahrungen die Verdichtung oder Ausdehnung auch für alle übrigen Mischungsverhältnisse durch die Proportional-Rechnung gefolgert, und zum Gebrauche für andere Fälle in tabellarischer Form aufgezeichnet. Aber die Bearbeiter solcher Folgerungen sind dabey oft in denselben Fehler verfallen, den man mit Recht ihrem Urvater *Archimedes* zur Last legt, indem sie, gleich ihm, auf eine Voraussetzung gebauet haben, die durch die Erfahrung nicht bestätiget wird. Sie haben nähmlich vorausgesetzt, dafs jene Volumens-Veränderungen, gleichmäfsig mit den Massenreihen, nach regelmäfsig aufsteigenden oder abfallenden Progressionen vor sich gehen müfsten, was jedoch keinesweges der Fall ist; denn dieselben Materien, nach verschiedenen Proportionen gemischt, erleiden durch die gerade Reihe aller Mischungsverhältnisse so verschiedenartig abwechselnde Volumens-Veränderungen, dafs diese in Zahlen ausgedruckt immer parabolische, d. i. abwechselnd bald aufsteigende, bald abfallende Progressionen bilden, die folglich aus einzelnen Stützpunkten durch die Proportional-Rechnung nicht aufgefunden werden können.

§. 128.

Das Gesetz, nach welchem diese Volumens-Veränderungen vor sich gehen, und welches ich künftighin um der Kürze willen das Dilatations-Gesetz nennen werde, kennen wir zwar bis jetzt noch nicht genau; aber gewifs ist dasselbe dem Naturkundigen überaus wichtig, und alle Untersuchungen über dasselbe versprechen, wenn einmahl die entfernten Ursachen, um derentwillen dieses Gesetz in so mannigfaltig abwechselnden Formen erscheinet, erforschet, und diese Formen alle auf eine allgemeine Regel zurück geführt seyn werden, eine reiche Ausbeute für die Erweiterung unserer Kenntnisse. Dann wird es auch an der Zeit seyn, die

erste glückliche Idee des scharfsinnigen Forschers *Archimedes* mit günstigem Erfolge in Ausübung zu bringen, und *a priori* auf die spezifischen Gewichte zu machender Mischungen, so wie auf die Massenverhältnisse solcher Mischungen zu schliefsen, die noch nie absichtlich zusammen gesetzt worden sind. Bis dahin aber bleibt uns kein anderer Ausweg übrig, als, jenes Dilatations-Gesetz auf dem Wege der Erfahrung zu erforschen, d. i. von allen jenen Materien, die wir in gegenseitiger Mischung beurtheilen lernen wollen, die Mischungen nach allen Verhältnissen wirklich zu machen, ihre spezifischen Gewichte zu prüfen und aufzuzeichnen, und nur dann erst, nach diesen Erfahrungen, auch andere eben dieselben Materien enthaltende Mischungen zu beurtheilen.

§. 129.

Die Naturforscher der neueren Zeit haben für diesen Zweck bereits mehrere Versuche unternommen, die aber mehr oder weniger gelungen sind, je nachdem sie sich dabey mehr oder weniger an die Erfahrung gehalten, oder mehr und weniger durch Rechnung ergänzt, oder wohl gar zu verbessern gewähnt haben. Auch ich habe diesen überaus mühsamen und langwierigen Arbeiten einen grofsen Theil meiner Zeit gewidmet, und nach und nach Untersuchungen über die Dilatations-Gesetze der Mischungen aus Zinn und Bley, Schwefelsäure und Wasser, aus Salpetersäure, Salzsäure, Ammoniak, und endlich aus Alkohol und Wasser vorgenommen, die ich den nachfolgenden Beyspielen, zur Beurtheilung der Massenverhältnisse in zusammen gesetzten Körpern, zum Grunde legen werde. Bey allen zu dieser Absicht unternommenen Versuchen habe ich es mir zum unwandelbaren Gesetze gemacht, die spezifischen Gewichte der Mischungen, selbst wenn mir der Gang der Dilatations-Gesetze beeinträchtiget zu seyn schien, gerade so anzuschreiben, wie ich sie fand, mir aber durchaus keine, weder arithmetische, noch geometrische Berichtigungen zu erlauben, und ich hoffe auf diesem Wege der Wahrheit sehr nahe gekommen zu seyn. Zwar können sich eben dadurch in die von mir entworfenen Tabellen auch einige aus praktischen Fehlern, die ich menschlicher Weise begangen haben dürfte, entsprungene Abirrungen eingeschlichen haben, aber diese werden immer kleiner seyn und unsere Begriffe weniger irre führen, als die Produkte allezeit geschäftiger Rechenfedern so oft schon gethan haben.

a) Beurtheilung der Massenverhältnisse in Mischungen aus Zinn und Bley, nach ihren spezifischen Gewichten.

§. 130.

Jene Legirungen aus Zinn und Bley, aus welchen die Zinngiefser so mancherley Gefäfse verfertigen, und dann unter dem alleinigen Nahmen des Zinnes in das Publikum geben, haben schon vor vielen Jahren in finanzieller Hinsicht, hauptsächlich aber in Rücksicht der schädlichen Einwirkungen des Bleyes auf die Gesundheit der Menschen, die Aufmerksamkeit nicht nur der Naturforscher, sondern selbst der Regierungen auf sich gezogen. Sie sind derselben aber auch in einem hohen Grade würdig; denn obgleich in solchen Mischungen ein kleiner Zusatz von Bley durch das Uebermafs des Zinnes gegen den Einflufs vieler Materien geschützt wird, und jene daher zur Verfertigung solcher Gefäfse, die im gemeinen Leben gebraucht werden, fast immer ohne Bedenken anzuwenden sind *); so findet bey einem Uebermafse des Bleyes dennoch gerade das Gegentheil Statt. Auch ist in vielen Fällen, z. B. bey der Verfertigung chemischer Geräthschaften aus diesem Metalle, wobey die möglichst gröfste Reinheit desselben um so wünschenswerther ist, als diese Gefäfse oft anhaltend und bey verschiedenen Temperaturen mit salzigen und scharfen Stoffen in Berührung kommen, selbst jener kleine, im gemeinen Leben als unschädlich anerkannte und daher gesetzlich gebilligte Zusatz von Bley sorgfältigst zu vermeiden. Und endlich würde es höchst unbillig seyn, wenn sich der Zinngiefser dasselbe Bley, welches nur ⅕ des Zinnpreises kostet, im Preise des Zinnes bezahlen lassen wollte. Gründe genug, die zur Aufsuchung untrieglicher Prüfungsmittel jener Legirungen frühzeitg anreitzen mufsten. Alle bisher in dieser Absicht gemachten Untersuchungen über die Massenverhältnisse in Legirungen des Zinnes mit Bley lassen sich aber füglich unter zwey Hauptabtheilungen bringen; denn sie gründen sich alle entweder auf die chemische Analyse, oder auf die Gufsprobe. Erstere kann nicht der Gegenstand dieser Abhandlung seyn, wohl aber die letztere, weil nach derselben der Zinn- und Bleygehalt der

*) *Scherers* Journal der Chemie 1801. VI. B. S. 316.

zu prüfenden Legirungen aus dem Verhältnisse ihres Gewichtes zu ihrem Volumen beurtheilt wird.

§. 131.

Die Gufsprobe, die man, obgleich bey ihrer Anwendung kein Wasser und überhaupt keine Flüssigkeit gebraucht wird, oft auch die hydrostatische Probe genannt hat, und um deren zweckmäfsige Einrichtung sich nebst Andern vorzüglich die Herren *Scheffer* und *Bergenstierna* *) bemüht haben, bestehet beyläufig in Folgendem: Es wird aus Messing eine sehr genau gearbeitete Kugelform verfertiget, und in dieser mit grofser Sorgfalt aus reinem Zinne eine Kugel gegossen, deren Angufs man mit eben so vieler Genauigkeit und ohne Verletzung ihrer sphärischen Form von derselben trennt. Diese Kugel ist der Mafsstab, nach welchem sodann alle möglichen Zinn-Legirungen beurtheilt werden. Zu dem Ende bedienet man sich eines Gewichtseinsatzes, dessen genau so viel als die Zinnkugel wiegendes Total-Gewicht als ein verjüngter Zentner angesehen wird, die Abtheilungen desselben aber Hunderttheile dieses Total-Gewichtes, d. i. Pfunde bedeuten, so wie die Unterabtheilungen dieser Pfunde in 32 Theile verjüngte Lothe vorstellen. Wenn nun irgend eine Zinn-Legirung untersucht werden soll, so giefst man aus derselben in eben jener Form und unter allen vorhin berührten Handgriffen und Vorsichtsregeln ebenfalls eine Kugel, bestimmt mit Hülfe des oben beschriebenen verjüngten Zentnergewichtes ihr absolutes Gewicht, und schliefst endlich, je nachdem dieses das Gewicht der aus reinem Zinne gegossenen Probekugel mehr oder weniger übersteiget, auf einen gröfseren oder geringeren Bleygehalt. Die Herren *Scheffer* und *Bergenstierna* haben beyde zu dieser Absicht Tafeln angefertiget, in welchen die absoluten Gewichte solcher Kugeln mit den denselben entsprechenden Mischungsverhältnissen zwischen Zinn und Bley zusammen gestellt sind. In der dem zweyten Theile dieses Werkes beygefügten Tabelle X. habe ich in den ersten vier Spalten die diesfälligen Angaben des Letztern verzeichnet, weil sie in den Schwedischen Abhandlungen **) als Verbesserungen der *Scheffer*schen Tafel aufgeführt werden. Ihre Anwendung ist zwar leicht einzusehen, dennoch möge folgendes Beyspiel sie erläutern:

Wie viel Zinn und Bley enthält eine Legirung, wenn eine in der vorgeschriebenen Form daraus gegossene Kugel 118 *Pfund und* 23 *Loth wiegt?*

Man suche zur Beantwortung dieser Frage jenes Gewicht in der dritten Spalte der Tabelle auf, wo man in derselben Zeile unter der Aufschrift: Bley, auch die Zahl 0,42, und in der Rubrik des Zinnes die Zahl 0,58 findet. Hundert Theile der untersuchten Mischung enthalten folglich nach dieser Tabelle 58 Theile Zinn und 42 Theile Bley; oder 0,58 Zinn und 0,42 Bley.

§. 132.

Da bey dieser Zinnprobe alles auf der scharfen Darstellung immer gleichgrofser Kugeln beruhet, so ist dieselbe auch von allen jenen Schwierigkeiten begleitet, die der Abmessung gleicher Voluminum gewöhnlich im Wege stehen; und es lassen sich also gegen ihre Zuverlässigkeit sehr erhebliche Einwendungen machen, wie der gelehrte *Kästner* schon im Jahre 1784 ***) zu erkennen gegeben hat. Bey weiten bequemer und sicherer wäre es gewesen, wenn man bey der Aufstellung oben erwähnter Tabelle nicht die Volumina der Metallmischungen gemessen, sondern lieber die spezifischen Gewichte derselben bestimmt und in der Tabelle verzeichnet hätte; denn man wäre dadurch nicht nur des umständlichen und dennoch zweydeutigen Kugelgiefsens überhoben, sondern zugleich in den Vortheil gesetzt worden, auch die in bereits ausgearbeiteten Gefäfsen enthaltenen Legirungen, aus denen sich keine Kugeln giefsen lassen, ohne weitläuftige Rechnung durch die eigentliche hydrostatische Probe (§. 65.) beurtheilen zu können.

§. 133.

Um der *Bergenstierna*'schen Tabelle auch diesen Vorzug zu geben, beschlofs ich daher, als ich unter meinen Beyspielen, zur Vervollständigung des Unterrichts, auch eine Metallmischung anführen wollte, und zu dieser Absicht mit gutem Vorbedachte die dem Chemiker und

*) Schwedische Abhandlungen für das Jahr 1780. Deutsche Uebersetzung. Leipzig bey Heinsius 1784. S. 144.

**) Eben daselbst a. a. O.

***) Eben daselbst a. a. O.

Pharmazeuten, wie dem Techniker, gleich wichtigen Legirungen aus Zinn und Bley wählte, aus den in der Tabelle aufgestellten absoluten Gewichten auch die spezifischen Gewichte jener Legirungen zu berechnen und der Tabelle beyzufügen. Allein, als ich zur Ausführung schreiten wollte, so fand sich, daſs die Herren *Scheffer* und *Bergenstierna* weder das spezifische Gewicht des der Tabelle zum Grunde gelegten reinen Zinnes, noch das des Bleyes, sondern bloſs das Verhältniſs zwischen diesen beyden Metallen angegeben hatten; und daſs folglich für den von mir beabsichtigten Endzweck, und überhaupt für jede auf diese Angabe zu gründende Berechnung, kein fester Anhaltpunkt vorhanden war. Es blieb mir also kein anderer Ausweg übrig, als der, das spezifische Gewicht von einem dieser beyden Metalle willkührlich anzunehmen, und daraus, im Vergleiche mit den in der Tabelle gegebenen absoluten Gewichten, auch die spezifischen Gewichte des andern und der Mischungen zu folgern. Da nun aber das spezifische Gewicht des Zinnes sehr verschieden angegeben wird, das des Bleyes aber von allen Naturforschern ziemlich gleich gefunden worden ist; so glaubte ich der Wahrheit am nächsten zu kommen, indem ich dieſs letztere wählte. Ich nahm dasselbe daher, so wie auch ich es praktisch gefunden hatte = 11,352 zum Stützpunkte an, und berechnete alsdann daraus nicht nur das spezifische Gewicht jenes Zinnes, welches *Bergenstierna* angewendet haben konnte, sondern auch die spezifischen Gewichte aller Mischungen, so wie man sie in der fünften Spalte der Tabelle X. aufgezeichnet findet. Ich bediente mich dabey der folgenden Formel (§. 22.):

Wie sich das absolute Gewicht der Bleykugel = 153,0625 Pfund (= 153 Pfund 2 Loth (§. 28.) *zum absoluten Gewichte der gleich groſsen Zinnkugel = 100 verhält; so verhält sich auch das spezifische Gewicht des Bleyes = 11,352 zum unbekannten spezifischen Gewichte des Zinnes;*

oder durch die Regel de tri (§. 22.):

153,0625 geben 100; wie viel geben 11,352?

```
            11,352
               100
153,0625 | 1135,2000 | 7,416
         | 1071 4375 |
           6370250
           6122500
            2537500
            1530625
            10068750
             9183750
              885000 u. s. w.
```

und fand also 7,416 als das spezifische Gewicht des Zinnes. Auf eben diesem Wege suchte ich sodann auch die spezifischen Gewichte aller Mischungen, indem ich in dieser Formel ihre absoluten Gewichte an jene Stelle setzte, wo im gegenwärtigen Beyspiele 100, d. i. das absolute Gewicht des reinen Zinnes stehet.

§. 134.

Mit dieser Erweiterung der *Bergenstierna*'schen Tabelle begnügte ich mich indessen noch nicht; denn ich wollte keinesweges in den Fall kommen, etwas zu lehren oder zu behaupten, was sich nicht auch durch meine eigene Erfahrung bestätiget hätte; auch lieſs mich die gerade Progression, nach welcher die Zunahme der spezifischen Gewichte in jener Tabelle, vom reinen Zinne durch alle Mischungen bis zum reinen Bley, so regelmäſsig fortschreitet, besorgen, daſs dieselbe wohl gröſsten Theils durch Rechnung entstanden seyn könne. Ich machte daher selbst einige Legirungen aus Zinn und Bley, bestimmte durch die hydrostatische Probe (§. 65.) ihre spezifischen Gewichte, verglich sie sodann mit der Tabelle, und wurde dadurch noch mehr in meiner Vermuthung bestärkt; denn diese spezifischen Gewichte waren insgesammt viel geringer, als sie nach jener Tabelle hätten seyn sollen. Solche Abweichungen, die ich bey nach und nach wiederhohlten Versuchen immer wieder fand, brachten mich endlich auf den Entschluſs, eine ganze Reihe von Mischungen zu machen, um auf diese Art meine Meinung über solche Legirungen durch eigene Erfahrungen zu berichtigen.

§. 135.

Damit aber meine Arbeit an gemeinnütziger Anwendbarkeit gewinnen möge, bediente ich mich dabey jener Metalle, die in den k. k. Staaten gewöhnlich verarbeitet werden, nähmlich

des Villacher Bleyes und Schlackenwalder Rollzinnes. Um der Gleichförmigkeit der zu allen Mischungen verwendeten Zuthaten versichert zu seyn, wurden beyde vorher jede für sich allein geschmolzen, durch einander gerührt, in dünne Platten ausgegossen, in kleine Stückchen zerschnitten, und endlich auf einer empfindlichen Wage die zu den verschiedenen Mischungsverhältnissen erforderlichen Quantitäten davon abgewogen. Jede dieser Mischungen wurde ferner in einem eisernen Löffel, zur Verhüthung der Oxydation mit etwas Talg belegt, geschmolzen, sorgfältig durch einander gerührt, und dann in eine cylindrische Papiertüte ausgegossen. Unter eben diesen Handgriffen und Vorsichtsregeln wurden auch einige Legirungen mit Spiefsglanzmetall versetzt, um zu erfahren, in wie weit dadurch die Verlarvung des Bleyzusatzes, deren man die Zinngiefser nicht selten beschuldiget, bewirkt werden könne. Auch hielt ich für gut, dieser Sammlung eine Legirung aus Stangenzinn (welches ebenfalls von Schlackenwalde bezogen wird) und Bley beyzufügen, um finden zu können, ob dasselbe in der Versetzung mit Bley ein gleiches Dilatations-Gesetz mit dem Rollzinne befolge oder nicht. Von allen auf diese Art erhaltenen Legirungen wurden dann die obern unreinen und porösen Theile abgeschnitten, die von allen Höhlungen befreyten Cylinder aber rein abgedreht, und endlich durch die hydrostatische Probe (§. 65.) in destillirtem Wasser von + 14° Reaum. Temp. die spezifischen Gewichte derselben gesucht und in der Tabelle XI. zusammen gestellt.

§. 136.

Vergleicht man die spezifischen Gewichte der in dieser Tabelle verzeichneten Metallmischungen mit den spezifischen Gewichten ihrer Bestandtheile, nähmlich des Zinnes und Bleyes, so findet man, dafs jene keineswegs der Mittelzahl aus diesen gleich, sondern um vieles geringer sind; woraus denn folgt, dafs die Volumina dieser Mischungen merklich gröfser geworden sind, als die Summen der Voluminum ihrer Bestandtheile vor der Vermischung gewesen waren. Man findet ferner, durch die Vergleichung dieser spezifischen Gewichte unter einander selbst, dafs sie zwar, vom reinen Zinne angefangen, durch alle Mischungsverhältnisse bis zum reinen Bley herab, immer gröfser werden, aber auf keine Weise nach den Gesetzen einer geraden, sondern nach den Regeln einer parabolischen Progression (§. 127.) zunehmen, und also ein Dilatations-Gesetz befolgen, welches von dem in der *Bergenstierna*'schen Tabelle angedeuteten sehr verschieden ist.

§. 137.

So grofs aber auch die Sorgfalt gewesen ist, mit welcher die hier angeführten Versuche vorgenommen worden sind, so kann dennoch das in der Tabelle ausgedruckte Dilatations-Gesetz auf eine vorzüglich scharfe Genauigkeit keinen Anspruch machen; auch glaube ich, dafs die scharfe Bestimmung dieses Gesetzes für die Legirung aus Bley und Zinn — wahrscheinlich auch für alle solche Mischungen, die in fester Gestalt erscheinen — niemahls gelingen wird; denn eine und dieselbe Mischung nimmt, wie ich, nahmentlich bey Mischungen aus Zinn und Bley, wahrgenommen habe, bey wiederhohltem Schmelzen und Wiedererhärten, bald ein gröfseres, bald ein kleineres Volumen an; ja, eine und dieselbe Legirung ist nicht in ihrer ganzen Ausdehnung von gleicher Dichte, wie man sich sehr bald überzeugen kann, wenn man sie in mehrere Stücke zerschneidet, und diese dann von oft sehr verschiedenem spezifischen Gewichte findet.

§. 138.

Um die Gröfse dieser Abweichungen, und damit auch die Gränzen der Abirrungen näher zu bestimmen, in die man bey der Beurtheilung solcher Legirungen nach dem spezifischen Gewichte verfallen kann, habe ich mehrere derselben zu wiederhohlten Mahlen geschmolzen, dann erhärten lassen, und neuerdings der hydrostatischen Probe unterworfen. Auch habe ich sämmtliche in der Tabelle aufgezeichnete Metallmischungen, die in vier Zoll lange Cylinder gegossen worden waren, in zwey Stücke geschnitten, und für jedes dieser einzelnen Stücke das spezifische Gewicht insbesondere bestimmt. Ich unternahm diese Versuche in der auf gute Gründe gestützten Vermuthung, dafs ich in allen jenen Legirungen die untere Hälfte, die während dem Erkalten von der obern gedrückt worden sey, spezifisch schwerer finden würde; aber meine Erwartung wurde getäuscht; denn bey einigen Legirungen hatte das obere, bey andern hingegen das untere Stück ein gröfseres spezifisches Gewicht. Diese Verschiedenheit an den Theilen einer und derselben Legirung kann also nicht allein dem gröfseren oder minderen Drucke zugeschrieben werden; auch nicht der verschiedenen Schwere, und der etwa daraus folgenden Absonderung der Bestandtheile; denn sie findet sich eben so wohl in den obern und untern Theilen jener Cylinder, als in den Theilen plötzlich ausgegossener und

schnell erhärteter dünner Platten; wohl aber ist es möglich, dafs sie in der Krystallisation der Metalle, die oft durch unbedeutend scheinende Veranlassungen sehr verschiedene Formen annimmt, ihren Grund hat. Was endlich die Gröfse dieser Abweichungen anbetrifft, so habe ich durch die Vergleichung aller Resultate der eben erwähnten Versuche gefunden, dafs sie um so beträchtlicher werden, als die Legirungen mehr Zinn enthalten, und bey der Beurtheilung der Massenverhältnisse in solchen Legirungen nach dem spezifischen Gewichte im höchsten Falle einen Irrthum von 0,05 des Bleyzusatzes nach sich ziehen können.

§. 139.

Wenn man also irgend eine Legirung aus Zinn und Bley, deren spezifisches Gewicht hydrostatisch (§. 65.) gefunden ist, nach der Tabelle XI. beurtheilen will, so kann man auf ein scharfes Resultat nicht rechnen, sondern man mufs sich gewöhnlich mit der Aproximation bis zu 0,05 des Bleygehaltes begnügen; denn wenn zufälliger Weise, so selten das auch geschehen mag, die zu untersuchende Legirung während dem Erkalten gerade die gröfste Dichtheit, deren sie fähig ist, angenommen haben sollte, so würde man, indem man sein Urtheil genau auf die Tabelle, die nur die mittleren spezifischen Gewichte enthält, gründen wollte, den Bearbeiter jener Legirungen mit Unrecht eines Betruges beschuldigen müssen; so wie man im Gegensatze, wenn sich eben dieselbe metallische Mischung im Zustande der möglichst gröfsten Ausdehnung befinden sollte, irriger Weise auf einen gröfseren Zinngehalt schliefsen könnte, als wirklich in derselben enthalten ist. Aber auch diese Annäherung zur Wahrheit mufs uns in vielen Fällen willkommen seyn, da sie uns, wenn es zur weitläuftigen und vielleicht auch nicht ganz zuverlässigen, chemischen Analyse an Zeit gebricht, doch mindestens gegen grobe Täuschungen schützen kann, und in wenigen Minuten zu erreichen ist. Ich habe daher, um die Anwendung dieser Methode noch mehr zu erleichtern, aus den praktisch gefundenen spezifischen Gewichten der vorhin beschriebenen Mischungen aus Zinn und Bley in der Tabelle XII. auch alle Zwischenglieder für einzelne pro Cente des Bleyzusatzes proportionirlich eingetheilt, und gebe hier einige Beyspiele, welche die Benützung dieser Tabelle beleuchten sollen.

§. 140.

1. Es sey der Gehalt an Bley und Zinn in der Masse irgend eines Gefäfses, z. B. eines Kessels zu erforschen?

Man bestimme also zuförderst das spezifische Gewicht des Kessels durch die hydrostatische Probe, wobey, wie man wohl einsieht, nicht die kleine zu demonstrativen Versuchen dienende hydrostatische Wage (§. 59.), sondern jede nur einiger Mafsen empfindliche, gröfsere, dem Total-Gewichte des Kessels angemessene, gemeine Schalwage angewendet werden kann; indem man den Kessel mit Drähten, deren Gewichtsverlust im Wasser (§. 67.) vorher aufgehoben worden ist, an die eine Wagschale befestiget, sodann in einem Wassergefäfse von verhältnifsmäfsiger Gröfse unter dem Wasser wägt, und überhaupt so verfährt, wie oben (§. 65.) bereits gelehrt worden ist. Gesetzt man habe auf diese Art

		Wiener Handelspfund
das Total-Gewicht des Kessels	.	= 16 Pfund 27 Loth
seinen Gewichtsverlust im Wasser aber		= 2 — 8 —

gefunden; so ergibt sich, wenn man diese auf Dezimal-Theile des Pfundes reduzirt (§. 25.) und dann mit einander dividirt (§. 65.):

```
2,25000|16,84375|7,486
       |1575000|
        1093750
         900000
        1937500
        1800000
         1375000
         1350000
          25000 u. s. w.
```

das spezifische Gewicht des Kessels = 7,486, welches nach der Tabelle XII. das Mischungsverhältnifs in den Bestandtheilen = 0,93 : 0,07 (d. i. wie 0,93 zu 0,07) andeutet. Der untersuchte Kessel kann also in 100 Theilen seiner Masse 7 Theile, oder wenn man in den gröfsten

möglichen Irrthum verfiel (§. 138.), was jedoch sehr selten geschieht, wohl auch 10 bis 12 Theile Bleyzusatz enthalten.

§. 141.

2) Es sey eine 15 Pfund wiegende Legirung aus Zinn und Bley mit so vielem Zinn zu versetzen, dafs die neue Mischung nur 10 pro Cent Bley enthalte: wie viel Zinn ist hierzu erforderlich?

Diese Aufgabe zerfällt in die beyden folgenden Fragen:

Wie viel Bley enthält die Legirung?

Wie viel Zinn ist nöthig, um mit diesem Bley eine 10 procentige Legirung hervor zu bringen?

Aus dem spezifischen Gewichte jener Legirung, welches wir = 8,790 annehmen, ergibt sich nach der Tabelle XII. das Massenverhältnifs zwischen Zinn und Bley beynahe = 52 : 48; sie enthält also, die Möglichkeit eines 5 procentigen Irrthums bey Seite gesetzt, in 100 Theilen 48 Theile Bley. Um nun das Gewicht des in der Legirung enthaltenen Bleyes zu erfahren, bediene man sich der Regel de tri und sage (§. 22.):

```
Legirung            Bley                               Legirung.
100 Pfund enthalten 48 Pfund; wie viel enthalten 15 Pfund?

         48
         15
        240
         48
    100|720|7,2
       |700|
        200
        200
          -
```

Jene 15 Pfund enthalten demnach 7,2 Pfund Bley, und folglich 7,8 Zinn.

Die zweyte Frage: wie viel Zinnzusatz nähmlich dieses Bley erfordern wird, um einen 10 procentigen Bleygehalt zu besitzen? beantwortet sich ebenfalls durch die Regel de tri, indem man setzet (§. 22.):

```
Bley               Zinn                           Bley.
10 Pfund erfordern 90 Pfund; wie viel erfordern 7,2 Pfund?

                 7,2
                 9 0
(§. 18.)     10|64 8,0|64,8
```

64,8 Pfund Zinn würden also zu 7,2 Pfund Bley erforderlich seyn; da aber jene Legirung bereits 7,8 Pfund desselben enthält, so darf der neue Zusatz von Zinn nur 64,8 — 7,8, d. i.

```
64,8
 7,8
57,0
```

57 Pfund betragen. 15 Pfund einer Legirung von 8,790 spezifischen Gewichtes erfordern folglich die Versetzung mit 57 Pfund Zinn, um so verändert zu werden, dafs die neue Mischung in 100 Theilen beyläufig 10 Theile Bley enthalte.

§. 142.

Aber selbst diese Aproximation in der Beurtheilung der Massenverhältnisse Zinn und Bley haltender Legirungen kann nur in dem Falle Statt finden, wenn diese Mischungen wirklich nur aus Zinn und Bley bestehen, oder doch keinen bedeutenden Zusatz irgend eines

andern Metalles enthalten; denn die Hinzukunft einer dritten Materie, sie möge nun ein gröſseres oder ein geringeres spezifisches Gewicht besitzen, bewirkt immer eine groſse Veränderung im Dilatations-Gesetze, und kann, wenn sie spezifisch leichter ist als Bley, die ganze Mischung verhältniſsmäſsig spezifisch leichter machen, und dadurch auf einen geringern Bleygehalt schlieſsen lassen; so wie im Gegentheile, wenn sie schwerer wäre als Bley, dadurch die ganze Mischung um so viel spezifisch schwerer gemacht und ein falscher Schluſs auf gröſseren Bleygehalt erzeugt werden würde. Dieſs Letztere ist indessen niemahls zu besorgen; denn jene Metalle, die spezifisch schwerer sind als das Bley, sind zu kostbar, als daſs sie dem weit wohlfeilern Zinn mit Vortheil substituirt werden könnten. Wohl aber hat die Erfahrung gezeigt, daſs leichtere Metalle, wenn auch nicht gerade um das gröſsere spezifische Gewicht des Bleyes zu vermindern, dennoch in der Absicht zugesetzt worden sind, um den durch vermehrten Bleygehalt weich gewordenen Legirungen eine gröſsere Härte und Glanz zu geben.

§. 143.

In unsern Gegenden beschuldiget man die Zinngieſser vorzüglich dessen, daſs sie den gröſseren Bleygehalt der Zinn-Legirungen durch Zusatz von Spieſsglanzmetall zu verlarven suchen. Ich habe daher, um zu erfahren, in wie fern dieſs möglich sey, selbst einige Legirungen mit diesem Metalle versetzt, und die spezifischen Gewichte derselben in der Tabelle XI. Nr. 22. bis 28 eingetragen. Die Legirungen Nr. 23, 24, 25 und 26 sind so spröde, daſs sie auf keine Weise verarbeitet werden können. Nr. 27 besitzt zwar einige Härte und metallischen Glanz, läſst sich auch ziemlich gut bearbeiten; hat jedoch die Bleyfarbe fast unverändert beybehalten. Die mit 22, 28 und 29 bezeichneten hingegen lassen sich sehr gut verarbeiten, besitzen mehr Glanz als die bloſs Bley haltenden Zinn-Legirungen, und haben überhaupt ein so gutes Ansehen, daſs ihr Miſsbrauch um so mehr zu fürchten ist, weil man bey der Beurtheilung derselben nach dem spezifischen Gewichte um 0,12, 0,16, ja sogar um 0,27 des wahren Bleygehaltes irre geführt werden kann.

§. 144.

In wie fern der Zusatz von andern Metallen, als Kupfer, Wiſsmuth und Zink, zur Verfälschung der Zinn-Legirungen dienen und das Dilatations-Gesetz verändern können, habe ich selbst zur Zeit noch nicht untersucht; allein man kann nach allen bisherigen Erfahrungen mit Grund annehmen, daſs sie eine ähnliche Wirkung hervor bringen werden. So oft folglich eine Zinn-Legirung durch die hydrostatische Probe beurtheilt werden soll, so kann man nur dann mit Sicherheit auf die vorhin gezeigte Aproximation (§. 138.) bis zu 0,05 des wahren Bleygehaltes rechnen, wenn man sich vorher durch chemische Mittel überzeugt hat, daſs dieser nicht durch Spieſsglanz oder andere Metalle verlarvt worden sey.

§. 145.

Alle hier vorgetragenen Behauptungen über die Eigenschaften der Zinn-Legirungen gründen sich übrigens auf die vorhin angeführten Versuche, die ich mit kritischer Genauigkeit selbst vorgenommen und mit meinen eigenen Händen bearbeitet habe. Eine einzige dabey vorkommende Arbeit, das Abdrehen der Legirungen, vertraute ich den Händen eines Drechslers an; allein vom Anfange bis zum Ende der Arbeit war ich zugegen, und bin also vollkommen überzeugt, daſs keine Verwechselung, noch sonst eine bedeutende Irrung Statt gefunden hat. Zu allem Ueberflusse habe ich indessen jene gleich nach dem Abdrehen einzeln numerirte Legirungen in ein Kästchen der Reihe nach geordnet und aufbewahrt; damit man nöthigen Falls zu jeder Zeit neue Gegenversuche mit denselben vornehmen kann.

§. 146.

Ich erachte es für zweckmäſsig, diese Sammlung, die ich gern den Untersuchungen jedes Kenners unterwerfe, noch mit folgenden Bemerkungen zu begleiten.

Die aus Zinn und Bley zusammen gesetzten Legirungen besitzen auſser den vorhin angeführten Eigenschaften noch die, daſs sie sich während des Schmelzens, je nach Verschiedenheit der obwaltenden Massenverhältnisse, nach eben so verschiedenen Gesetzen ausdehnen, und gleichmäſsig während dem Erkalten wieder zusammen ziehen. Sehr merklich geschieht dieses schon bey einem Zusatze von 0,15 Bley, wächst dann immer mehr, und wird endlich bey 0,40 Bleygehalt so stark, daſs diese Legirung durchaus in keine Form gegossen werden kann; denn sie schrumpft während dem Erkalten so sehr ein, daſs das gegossene Metall voller Ver-

tiefungen, oder bey einem kleinen Durchmesser wohl auch ganz durchlöchert erscheint. Diese auffallende Erscheinung verschwindet jedoch sogleich, wenn man solche Mischungen mit einigen pro Cent Spiefsglanzmetall versetzt; sie laufen dann beym Giefsen in jeder Form vortrefflich aus, und lassen sich viel leichter bearbeiten, als reines Zinn. Wenn also der Zinnarbeiter den erlaubten 10 procentigen Bleyzusatz überschreiten will, so wird er, wo fern er mit Leichtigkeit arbeiten soll, wahrscheinlich entweder 0,50, wobey das Einschrumpfen wiederum nachläfst, oder noch mehr Bley zusetzen, oder bey einem geringern Zusatze jene der mechanischen Behandlung so sehr hinderliche Eigenschaft des Einschrumpfens durch die Hinzufügung einer dritten Materie zu beseitigen suchen. Ein Umstand, der an sich schon jede durch die hydrostatische Probe 0,20 bis 0,45 Bleygehalt verrathende Legirung der Verfälschung mit einem dritten Metalle verdächtig, und ein scharfes Verboth gegen den Zusatz des Spiefsglanzmetalls wünschenswerth machet.

b) Beurtheilung der Massenverhältnisse in Mischungen aus Schwefelsäure und Wasser, durch ihre spezifischen Gewichte.

§. 147.

Als ich meine Versuche über die Dilatations-Gesetze einiger Mischungen aus Wasser und andern Materien vornehmen, und darauf die Folgerung der Massenverhältnisse aus den spezifischen Gewichten dieser Mischungen begründen wollte, setzte ich mir vorher selbst die Frage: ob wohl hierbey nach der Erforschung und Angabe der reinen, absoluten und niemahls darstellbaren Masse jener mit dem Wasser verbundenen Materien zu streben, oder aber der Massengehalt aller Mischungen auf irgend einen bestimmten und durch die Kunst wirklich darstellbaren Grad der Konzentration jener Materien zurück zu führen sey? Gern hätte ich das Erstere gethan; denn es würde allerdings sehr schön und löblich gewesen seyn, wenn in den die Resultate meiner Untersuchungen enthaltenden Tabellen geradehin zu lesen gewesen wäre: „eine Flüssigkeit von so viel spezifischem Gewichte enthält so viel von der in der Frage stehenden Masse, und so viel Wasser!" Allein, wo sollte ich zu diesem Verfahren den sichern Anhaltpunkt finden? Etwa in der Proportional-Rechnung, um aus jenen Mischungsverhältnissen, die sich wirklich praktisch zusammen setzen lassen, auch auf die nicht darstellbaren unbekannten zu schliefsen? das würde falsche Resultate gegeben haben, weil alle Dilatations-Gesetze *a priori* nicht bestimmbare parabolische Progressionen sehr verschiedener Art befolgen (§. 127.). Oder sollte ich jenen konkreten Zustand, zu welchem z. B. die Säuren in neutralen Verbindungen mit Basen übergehen, als Stützpunkt annehmen? Diefs haben schon mehrere Naturforscher vor mir gethan; allein sie haben dabey auf die grofse Verschiedenheit gleichnahmiger Säuren bey vollkommen gleichem spezifischen Gewichte, die wir späterhin kennen lernen werden, vielleicht auch auf die Möglichkeit eines verschiedenen Zustandes der Basen nicht geachtet oder nicht achten können, und eben darum irren müssen, wie auch die grofsen Abweichungen in ihren Angaben sattsam beweisen. Um allen solchen Irrungen auszuweichen, habe ich mich daher begnügt, die zu untersuchenden Materien in möglichst konzentrirtem, aber wirklich darstellbarem Zustande als Einheiten anzusehen; diese Normal-Flüssigkeiten dann nach allen Verhältnissen mit Wasser zu versetzen, und endlich so wohl ihre Dilatations-Gesetze, als ihre spezifischen Gewichte zu erforschen und in tabellarischer Form zusammen zu tragen.

§. 148.

Wenn ich nun hierbey auf die Angabe der reinen Masse Verzicht leistete, so konnte ich freylich immer nur Vergleichungen geben, und nie mehr behaupten, als dafs eine gewisse Menge irgend einer Flüssigkeit von gegebenem spezifischen Gewichte eben so viel reine Masse enthalte, als jede Flüssigkeit derselben Art von gröfserer oder minderer Konzentration in einer ebenfalls bestimmbaren Menge. Wie viel diese reine Masse an sich selbst betrage, blieb zwar unentschieden und dem chemischen Analytiker zu beantworten überlassen, allein mir genügte diefs; denn es war, wie wir späterhin sehen werden, hinreichend für technische und ökonomische Zwecke, und gewährte über diefs den Vortheil, dafs, wenn früher oder später die reine Masse in irgend einer Flüssigkeit von bestimmtem spezifischen Gewichte mit Zuverlässigkeit ausgemittelt werden sollte, hiermit auch sogleich der Gehalt an reiner Masse für alle übrigen, mehr oder minder verdichteten Flüssigkeiten derselben Art, so scharf als es bey Aproximationen möglich ist, gefunden wäre. Von diesen Ansichten geleitet, habe ich alle meine folgenden Arbeiten vorgenommen, und von eben denselben ausgehend habe ich auch die Schwefelsäure untersucht.

§. 149.

Frühere, bey einer vieljährigen chemischen Praxis gesammelte Erfahrungen liefsen mich längst vermuthen, dafs zwischen der aus dem Eisen-Vitriol gezogenen und der aus Schwefel bereiteten Schwefelsäure wohl eine gröfsere Verschiedenheit Statt finden könne, als man einige Zeit hindurch geglaubt, oft auch behauptet hatte. Die aus dem Eisen-Vitriol gezogene Säure erhitzt sich während der Vermischung mit dem Wasser bey weiten stärker, als jene durch die Verbrennung des Schwefels erzeugte; sie wirket heftiger auf den Alkohol, auf den Indig und viele andere Materien; sie stöfst weifse Dämpfe aus, erscheint höher konzentrirt u. s. w., lauter Eigenschaften, die uns auf eine wesentliche Verschiedenheit schliefsen lassen. Um nun zu erfahren, ob sich diese Verschiedenheit nicht auch in den Dilatations-Gesetzen bewähre, beschlofs ich beyde zugleich einer Prüfung zu unterwerfen, und bediente mich zu dieser Absicht des Nordhäuser Vitriol-Oehls, und einer Schwefelsäure, die in der fürstlich *Auersperg*'schen Fabrik zu Lukawetz in Böhmen verfertiget worden war. Beyde wurden vorher, zur Beseitigung aller etwa möglichen fremden Beymischungen, jede für sich allein, destillirt; sie hinterliefsen aber keinen Rückstand in den Retorten. Dann wurde dem viel schwerern Vitriol-Oehle nach und nach so viel Wasser zugesetzt, bis dasselbe mit der Schwefelsäure ein vollkommen gleiches spezifisches Gewicht erhielt. Und endlich wurden beyde auf gleiche Weise, nach allen Verhältnissen, von 5 zu 5 pro Cent mit Wasser vermischt, und, nachdem diese Mischungen 24 Stunden hindurch der Ruhe überlassen gewesen waren, ihre spezifischen Gewichte bey + 14° Reaum. Temp. bestimmt (§. 96.). Der Erfolg dieser Untersuchungen bestätigte vollkommen meine frühere Vermuthung; denn die spezifischen Gewichte der aus Vitriol-Säure gemachten Mischungen waren nicht nur durchgängig gröfser als die jener Zusammensetzungen, welche Schwefelsäure enthielten, wie man in der Tabelle XIII. und XIV., welche durch die Proportional-Eintheilung bis auf einzelne pro Cente erweitert worden ist, sehen kann; sondern die beyden Normal-Säuren zeigten zugleich auch eine gleichmäfsige Verschiedenheit in Absicht ihrer Einwirkung auf die Laugensalze. 100 Theile aus dem Vitriol gezogene Säure erforderten nähmlich 3?4 Theile krystallisirter, kohlensaurer Sode zu ihrer Neutralisation, während die aus Schwefel bereitete bey gleichem spezifischen Gewichte nur 329 Theile sättigen konnte.

§. 150.

Wenn man die beyden Zahlenreihen, welche die gefundenen spezifischen Gewichte jener Mischungen in der Tabelle XIII. und XIV. bilden, mit einander vergleichet, so findet man bald, dafs wir bisher, so oft wir die Schwefelsäure bey höherer Konzentration, ohne Rücksicht auf ihren verschiedenen Zustand, blofs nach ihrem spezifischen Gewichte beurtheilt haben, um beynahe 0,04 der gesammten in derselben enthaltenen sauern Normal-Masse haben irren können; denn eine schwefelsaure Flüssigkeit von z. B. 1,809 spezifischen Gewichtes enthält nach der Tabelle nur 0,89 Vitriol-Säure, während zu ihrer Bildung beynahe 0,93 Schwefelsäure erforderlich sind. Aber dieser Irrthum nimmt bey noch höherer Konzentration, wie mich Versuche belehrt haben, in einem aufsteigenden Verhältnisse zu, und kann endlich auch 0,10 der Normal-Masse betragen. Kein Wunder also, wenn der erfahrne Techniker und Pharmazeute, bey gleichgrofsem spezifischen Gewichte, vom Nordhäuser Vitriol-Oehle mehr Wirkung, als von der so genannten Englischen Schwefelsäure gesehen zu haben behauptete! Er hatte ja bey gleichem Gewichte, bey gleichem Volumen, mehr saure Masse angewendet.

§. 151.

Man wird fragen: warum ich bey so bewandten Umständen die Konzentration meiner Normal-Säure nicht höher als auf 1,842 spezifischen Gewichtes fest gesetzt habe? Ich habe diefs zu thun aus folgenden Gründen unterlassen:

1. Weil ich die Vergleichung meiner Versuche mit jenen des Herrn *Berthollet* *), dessen Normal-Säure ebenfalls nur 1,842 spezifisches Gewicht hatte, erleichtern wollte;

2. weil sich die aus Schwefel bereitete Säure nie so hoch konzentriren läst, als jene aus dem Eisen-Vitriol gezogene, und ich gleichwohl bey meinen Versuchen beyde gleich hoch konzentrirt anwenden wollte; damit die Verschiedenheit ihres Verhal-

*) *Schweigger's* Journal der Chemie und Physik. 1811. II. Bds. 1. Heft.

tens gegen das Wasser und die daraus folgende Abweichung der Dilatations-Gesetze desto deutlicher in die Augen fallen möchte.

3. endlich, weil das spezifische Gewicht der Schwefelsäure mit der sauern Masse derselben bey weiten nicht gleichmäfsig zunimmt, und eben darum bey höherer Konzentration, z. B. zwischen 1,833 und 1,842, wo 0,01 der sauren Normal-Masse weniger als 0,002 spezifische Gewichts-Differenz bewirkt, ein triegliches Prüfungsmittel wird; ja, bey noch höherer Verdichtung eine gleichgrofse Vermehrung der sauern Masse in gleichen Räumen kaum durch eine Gewichts-Differenz von 0,0002 bezeichnet.

Ich darf voraussetzen, dafs diese Gründe jedermann genügen werden; aber zugleich sehe ich ein, dafs man, wie auch ich selbst, fragen wird: warum das spezifische Gewicht bey gleicher Vermehrung der sauern Masse so wenig zunehme, und wie man nun konzentrirte Säuren am richtigsten prüfen könne?

§. 152.

Zur Beantwortung der ersten Frage kann ich hier nur meine eigene Meinung anführen, deren Haltbarkeit ich jedoch erfahrnen Chemikern nicht aufzudringen Willens bin. Dafs die spezifischen Gewichte schwefelsaurer Flüssigkeiten bey höherer Konzentration insgesammt verhältnifsmäfsig um so weniger zunehmen, als sie dem spezifischen Gewichte der reinen schwefelsauren Masse näher kommen, ist wohl sehr natürlich, und bedarf folglich keiner Erörterung. Es kann also hier nur von jener Differenz die Rede seyn, um welche die aus dem Vitriol gezogene Säure, bey gleichmäfsig steigenden Massenverhältnissen, mehr verdichtet wird, als die aus dem Schwefel bereitete; und es scheint, dafs diese durch den Beytritt und Abgang des Wärmestoffes erklärt werden könne. Aus der Anwesenheit der unvollkommenen Schwefelsäure läfst sich jene Erscheinung wenigstens nicht ableiten; denn beyde der Tabelle XIII. zum Grunde liegende Normal-Säuren waren rektifizirt, und also (nach unsern bisherigen Begriffen) von der flüchtigen Schwefelsäure befreyet worden; auch gibt nach meinen Erfahrungen das Nordhäuser Vitriol-Oehl, im rauchenden Zustande angewendet, eben dieselben Resultate. Wenn man hingegen den chemischen Prozefs betrachtet, durch den diese Säure aus dem Vitriol abgeschieden wird, und bemerkt, dafs dieselbe, da sie während der Kalzination des Eisen-Vitriols an das Eisen gebunden ist, weit mehr Wasser verlieren mufs, als sie ungebunden von sich lassen würde; so möchte man vermuthen, dafs die Schwefelsäure in diesem verdichteten Zustande, während ihrer nur durch heftiges Feuer zu bewerkstelligenden Trennung von dem Eisen, eine gröfsere Menge Wärmestoffes aufnehme; und dafs dieser Wärmestoff, der nun an der Stelle des Wassers zum Bindemittel dient, und vermöge seiner Eigenschaften wohl eine Vergröfserung des Volumens, aber keine merkliche Gewichtszunahme bewirken kann, jene Differenz hervor bringe. Eine Vermuthung, die durch die Erfahrungen, dafs die aus dem Vitriol gezogenene Säure bey ihrer Verdünnung mit Wasser immer mehr Wärmestoff fahren läfst, als die aus Schwefel bereitete, und dafs diese verdünnte Säure dann durch blofses Abdampfen, und ohne die Hinzukunft irgend eines basischen Bindemittels, nie mehr zu ihrer vorigen Konzentration gebracht werden kann, sondern immer nur der Englischen Schwefelsäure gleich wird, eine hohe Wahrscheinlichkeit erhält.

§. 153.

Leichter und sicherer ist die zweyte Frage zu beantworten. Um konzentrirte Schwefelsäure zu beurtheilen, verdünne man sie vorher mit gleichen Theilen Wasser und prüfe sie dann nach ihrem spezifischen Gewichte: das doppelte der sauern Normal-Masse, die bey der gefundenen Zahl in der Tabelle XIV. angezeigt ist, gibt den Gehalt der untersuchten sauern Flüssigkeit in pro Cent der Normal-Säure von 1,842 spezifischen Gewichts.

Beyspiele: α) *Eine zu prüfende Säure zeige nach der Vermischung mit gleichen Theilen Wassers 1,444 spezifisches Gewicht.* Dieses deutet nach der Tabelle entweder auf 55 pro Cent Vitriol-Säure, oder beynahe auf 57 pro Cent Schwefelsäure-Gehalt. 55 zwey Mahl genommen gibt 110, 57 hingegen 114. 100 Pfund der geprüften Säure enthalten also eben so viel wahre saure Masse, als 110 Pfund Vitriol-Säure von 1,842 spezifischen Gewichts, oder beynahe so viel als 114 Pfund Schwefelsäure von derselben Dichtheit. Oder

β) *die zu untersuchende und zu dieser Absicht mit gleichen Theilen Wassers verdünnte Säure besitze ein spezifisches Gewicht* = 1,373 und verrathe demnach, nach der Tabelle, an normellem Säuregehalt entweder 48 pro Cent Vitriol-Säure, oder 49$\frac{3}{4}$

pro Cent Schwefelsäure; so ist das ein Beweis, dafs die geprüfte Säure in 100 Theilen das Doppelte, d. i. entweder 96 pro Cent normelle Vitriol-Säure, oder 98⅓ pro Cent normelle Schwefelsäure enthält.

Es ist bey dieser Methode nicht einmahl durchaus nothwendig, dafs man wisse, ob die untersuchte Säure aus Schwefel bereitet oder aus dem Vitriol gezogen sey; denn die Abweichung der Dilatations-Gesetze findet nur in den höheren Graden der Konzentration Statt, und beyde so verschieden scheinende Säuren sind daher, so bald ihr spezifisches Gewicht bis auf beyläufig 1,600 herab gesetzt wird, einander vollkommen gleich. Sie befolgen dann, bey der fortgesetzten Verdünnung mit Wasser, ein gleiches Gesetz der Verdichtung, sie entwickeln dabey gleiche Mengen Wärmestoffes, und erfordern gleiche Mengen Alkalien oder andere Basen zu ihrer Sättigung. Man kann folglich auch jede verdünnte Säure, ohne in einen merklichen Irrthum zu verfallen, nach Belieben entweder als das Produkt aus Vitriol-Säure und Wasser, oder als eine Mischung aus Schwefelsäure und Wasser ansehen, und eben so ihren Säuregehalt auf jede von jenen beyden Normal-Säuren zurück führen; denn 48 Pfund aus dem Vitriol gezogener Säure von 1,842 spezifischen Gewichts geben, wie wir im letzten Beyspiele gesehen haben, mit 52 Pfund Wasser vermischt, eine Flüssigkeit, die in allen möglichen Eigenschaften, ja sogar im Verhalten gegen die Basen, der Mischung aus 49⅙ Pfund aus dem Schwefel bereiteter Säure von eben jenem spezifischen Gewichte und 50⅚ Pfund Wasser vollkommen gleich ist.

§. 154.

Dafs die Prüfung der Säuren bey diesem Verfahren sehr verschärft ist, wird niemand läugnen können; denn wenn ein pro Cent der sauern Masse in den obigen Beyspielen bey höherer Konzentration, und falls Vitriol-Säure angewendet worden wäre, kaum durch 0.0005 bis 0,002 des spezifischen Gewichtes angedeutet wird, so umfasset es dagegen nach der Verdünnung mit gleichen Theilen Wassers eine Gewichts-Veränderung von 0,009 bis 0,010. Und wenn folglich bey der Erforschung des spezifischen Gewichtes um 0,002 gefehlt wird, so kann diefs Versehen, welches bey höherer Konzentration einen Irrthum von 1 bis 5, ja bis 10 pro Cent Normal-Masse nach sich ziehen würde, nach der Verdünnung mit Wasser kaum 0,002 derselben Masse betragen. Aber auch aus einem andern nicht minder wichtigen Grunde verdient diese Methode jeder andern vorgezogen zu werden. Es ist nähmlich noch keineswegs bewiesen, dafs die von mir aufgestellten Zahlenreihen das höchstmögliche Extrem der Verschiedenheit in den Dilatations-Gesetzen dieser beyden Säuren bezeichnen; auch kann man sich eine Säure denken, die, ihrem Zustande gemäfs, gleich einer Mischung aus beyden Säuren, in ihrem Dilatations-Gesetze zwischen beyden das Mittel hält. Wenn aber solche Fälle vorkommen sollten, wie unzuverlässig wäre dann die Beurtheilung konzentrirter Säuren nach dem spezifischen Gewichte! und um wie vieles sicherer hingegen ist die vorgeschlagene Methode, die uns über diefs ein Mittel an die Hand gibt, wodurch wir bestimmen können: ob eine zu untersuchende Säure aus Vitriol oder aus Schwefel bereitet, oder durch die Industrie des Kaufmanns eine Mischung aus den Produkten beyder sey.

§. 155.

Man könnte mir hier einwenden, „dafs denn doch bey so vielen Schwierigkeiten die Prüfung der Säuren durch die Neutralisation mit Basen mehr Genauigkeit erwarten lasse.“ Dieser Meinung widerspreche ich auch nicht geradezu; nur mufs ich bemerken, dafs solche Versuche für die meisten Fälle zu umständlich sind, und bey aller Vorsicht eine gröfsere Zuverlässigkeit nur alsdann erlangen können, wenn wir vorher über ein sicheres Mittel zur immer gleichförmigen Darstellung der zu dieser Absicht dienenden Basen deutlich unterrichtet und vollkommen einverstanden seyn werden. So lange aber z. B. Kali und Natron, auf gleichen Wegen erzeugt, und bey gleichem Gewichte mehr oder weniger Wasser, mehr oder weniger Kohlensäure, ja, mehr oder weniger fremde Beymischungen, und also auch mehr oder weniger reines Kali und Natron enthalten können; so werden sie auch, bey ihrer Sättigung mit Säuren, Irrungen einschleichen lassen, die, wie mich neuere und wiederhohlte Erfahrungen überzeugt haben, oft gröfser seyn können, als jene, die bey dem hier beschriebenen Verfahren möglich sind. Es wird daher zweckmäfsig seyn, dasselbe durch einige Beyspiele noch deutlicher zu erörtern.

§. 156.

1. Zu erforschen, ob eine zu beurtheilende Säure aus dem Vitriol oder aus Schwefel erzeugt worden sey.

Obgleich der Unterschied zwischen beyden Arten der Schwefelsäure bey der Verdünnung mit Wasser gänzlich verschwindet (§. 153.), und also in den meisten Fällen nur in so fern beachtet werden darf, als derselbe bey gleichem spezifischen Gewichte auf mehr oder weniger saure Masse deutet; so finden dennoch auch einige Ausnahmen Statt, bey denen es keinesweges gleichgültig ist, ob die zu verwendende Säure aus Schwefel bereitet, oder aus dem Vitriol abgeschieden worden ist. So z. B. verdienet jener Unterschied bey der Behandlung des Indigs mit Schwefelsäure die gröſste Aufmerksamkeit. Zur Auflösung dieses Pflanzenstoffes wird nähmlich ein hoher Grad der Konzentration der Säure erfordert, und sie gelinget demnach immer nur halb, wenn man sich zu dieser Absicht der aus Schwefel bereiteten und eben darum nicht so hoch konzentrirbaren Säure bedienet; während sie im Gegentheil, wie die tägliche Erfahrung lehrt, mit der aus Vitriol gezogenen Säure sehr schnell und um so vollständiger von Statten geht, je mehr diese konzentrirt ist. In solchen Fällen bestimme man also zuerst das spezifische Gewicht der zu prüfenden Säure (§. 63. u. s. f.). Findet man dieses gröſser als 1,842, so ist damit schon bewiesen, daſs sie aus dem Vitriol gezogen oder doch im Zustande der Vitriol-Säure ist; denn die aus dem Schwefel bereitete Säure kann nie so hoch konzentrirt werden (§. 152.). Ist hingegen ihr spezifisches Gewicht nicht gröſser, oder wohl gar geringer als 1,842; so kann sie eben so wohl aus Schwefel als aus dem Vitriol bereitet worden seyn, und diese Frage muſs dann durch die Erforschung des Dilatations-Gesetzes beantwortet werden. Zu dem Ende vermische man eine kleine Portion der zu prüfenden Säure mit einer gleichen Menge (dem Gewichte nach) Wassers, untersuche das spezifische Gewicht dieser Mischung, und sehe endlich in der Tabelle nach, welches Dilatations-Gesetz sie befolgt habe. Gesetzt, die konzentrirte Säure habe 1,836 spezifisches Gewicht gehabt, so deutet dieses, nach der Tabelle XIV., entweder auf 0,96 (96 pro Cent) Vitriol-Säure oder auf 0,98 Schwefelsäure. Im ersten Falle müſste eine Mischung dieser Säure mit gleichen Theilen Wassers, nunmehr nur halb so viel, d. i. 0,48 normelle Vitriol-Säure, im zweyten Falle hingegen 0,49 Schwefelsäure enthalten, und demnach das in der Tabelle vorfindige spezifische Gewicht entweder = 1,373 oder = 1,371 besitzen. Gesetzt nun, das spezifische Gewicht der Mischung werde wirklich = 1,373 gefunden, so ist also bewiesen, daſs die untersuchte Säure das in der dritten Spalte der Tabelle aufgestellte Dilatations-Gesetz befolgt hat, und eben darum als eine aus dem Vitriol gezogene Säure zu betrachten ist.

§. 157.

Auf eben diese Weise kann auch jede andere schwefelsaure Flüssigkeit beurtheilt werden, wenn das spezifische Gewicht derselben zwischen 1,842 und 1,600 fällt. So bald dasselbe aber noch geringer gefunden wird, so ist die Entscheidung jener Frage schon nicht mehr möglich; weil der Unterschied beyder Säuren bey diesem Grade der Konzentration kaum mehr zu bemerken ist, und bey noch gröſserer Verdünnung endlich ganz verschwindet (§. 153.)

§. 158.

2. Die Konzentration einer schwefelsauern Flüssigkeit, mit Beziehung auf die Normal-Säure von 1,842 spezifischen Gewichts, zu bestimmen.

Man erforsche das spezifische Gewicht der Flüssigkeit (§. 63.) und sehe in der Tabelle XIV. nach, wie viel pro Cent der Normal-Säure demselben gegen über stehen. Gesetzt, das spezifische Gewicht sey = 1,319, so suche man also diese oder die derselben am nächsten kommende Zahl in der dritten und sechsten Kolumne auf, wo man auch den Gehalt an Normal-Masse in der ersten und vierten Spalte bemerkt findet. In der ersten Spalte stehet neben 1,319 die Zahl 0,42, woraus man abnimmt, daſs die untersuchte Flüssigkeit eben so viel wirksame saure Masse enthält, als eine Mischung aus 0,42 normeller Vitriol-Säure mit 0,58 Wasser. In der vierten Spalte findet sich die gesuchte Zahl nicht, wohl aber die zunächst kleinere = 1,317. Die ein pro Cent der Normal-Masse umfassende Differenz zwischen dieser und der nächsten gröſsern Zahl (= 1,326) ist = 0,009, wovon noch 0,002 zur Zahl 1,317 addirt werden müssen, bis sie auf 1,319 vermehrt wird. Die untersuchte Säure ist also auch gleich einer Mischung aus $43\frac{2}{9}$ aus dem Schwefel bereiteter Normal-Säure mit $56\frac{7}{9}$ Wasser.

§. 159.

Wäre das spezifische Gewicht der zu beurtheilenden Flüssigkeit größer als 1,600; so könnte man, vorzüglich dann, wenn es unbekannt wäre, ob sie aus Schwefel oder Vitriol bereitet worden sey, durch die in den höhern Graden der Konzentration Statt habende Abweichung des Dilatations-Gesetzes (§. 153.), so wie durch die im Verhältnisse gegen die Zunahme der sauern Masse nur sehr geringe Vermehrung des spezifischen Gewichtes, zu falschen Schlüssen verleitet werden. Man vermische also in solchen Fällen eine kleine Portion der zu untersuchenden Säure mit gleichen Theilen Wassers, und beurtheile sie dann erst, nach der Tabelle, wie bereits oben (§. 153.) gelehrt worden ist.

§. 160.

3. Die Menge der in irgend einer schwefelsauern Flüssigkeit enthaltenen reinen sauern Masse auszumitteln.

Diese Aufgabe habe ich keinesweges in der Absicht aufgenommen, weil ich sie vollständig lösen zu können glaube; es genügt mir, die Aufmerksamkeit des Analytikers auf dasjenige leiten zu können, was zur Berichtigung dieses Gegenstandes zu thun noch übrig ist. Viele Naturforscher haben zwar die reine und niemahls abgesondert darstellbare saure Masse in den wässerigen Auflösungen zu bestimmen gesucht; indem sie saure Flüssigkeiten von irgend einem gegebenen Grade der Konzentration mit Basen sättigten, und dann aus der Menge der verwendeten Basen, oder wohl auch aus der Menge der durch dieß Verfahren erhaltenen neutralen Verbindungen, auch auf die Menge der verwendeten sauern Masse schlossen; aber, so groß auch die Sorgfalt bey allen solchen Versuchen gewesen seyn möge, so lassen sich dennoch manche gerechte Zweifel gegen die Richtigkeit derselben aufstellen. Ich habe hierüber schon vorhin (§. 155.) meine Ansichten zu erkennen gegeben und daher hier nur noch diese Fragen hinzu zu fügen:

Hat man bey den bisherigen Versuchen auf den verschiedenen Zustand der Säuren (§. 149.) Rücksicht genommen?

Kann nicht während der Neutralisation der Säuren mit Basen auch etwas Wasser solchergestalt in die dabey entstehenden konkreten Verbindungen aufgenommen werden, daß wir durch alle bisher bekannte Mittel weder seine Gegenwart bemerken, noch seine Menge bestimmen können?

Beyde Fragen scheinen bisher nicht gehörig beachtet worden zu seyn, wenigstens sind darüber, selbst in den neuesten mir bekannten Berichten über hierher gehörige Versuche, keine befriedigenden Aufschlüsse gegeben worden; und gleichwohl kann man nur dann mit einiger Sicherheit auf die Resultate solcher Versuche bauen, wenn diese Fragen vorher genügend beantwortet worden sind. Dann wird man auch aus einem einzigen mit der größten Genauigkeit unternommenen, und also zuverlässigen Versuche, und mit Hülfe der Tabelle XIV., den Gehalt an reiner saurer Masse sehr leicht und ohne Neutralisation, bloß nach dem spezifischen Gewichte, auch in allen übrigen Fällen beurtheilen können.

§. 161.

Sehr gern hätte ich mir das Verdienst erworben, diesen für die Beurtheilung der Säuren so wichtigen Anhaltpunkt zu bestimmen; aber ich kenne die damit verbundenen Schwierigkeiten, und will lieber auf jene Ehre Verzicht leisten, als mich der Gefahr aussetzen, die Zahl der schwankenden Angaben zum Nachtheile der Wissenschaft mit einer Behauptung zu vermehren, die früher oder später mit Grund widerlegt werden könnte. Um indessen zu zeigen, wie alsdann, wenn jener Anhaltpunkt gefunden seyn wird, die Tabelle XIV. zu gebrauchen ist; so entlehnen wir von irgend einem berühmten Gelehrten die Angabe der reinen sauern Masse irgend einer Flüssigkeit von gegebenem spezifischen Gewichte, und gehen von diesem Punkte auch zur Beurtheilung einiger andern Grade der Konzentration über.

Nach *Dalton*, welcher sich auf eigene Versuche bezieht *), enthält die rektifizirte Schwefelsäure von 1,842 spezifischen Gewichts, in 100 Theilen 76 Theile reine saure Masse.

*) Neues System des chemischen Theils der Naturwissenschaft von John Dalton. Deutsche Uebersetzung. Berlin 1813. II. B. S. 210.

Es ist dabey zwar nicht gesagt, in welchem Zustande sich diese Säure befunden habe, und ob sie aus Schwefel bereitet oder aus dem Vitriol gezogen worden sey; allein man kann mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, es habe das Letztere Statt gefunden. Dieses und die Richtigkeit der Angabe selbst vorausgesetzt, kann man dann sehr leicht auch in jeder andern mehr oder weniger dichten schwefelsauern Flüssigkeit die saure Masse finden, wie wir in zwey Beyspielen zeigen wollen.

§. 162.

α) Wie viel reine saure Masse enthält eine schwefelsaure Flüssigkeit, deren spezifisches Gewicht = 1,285 ist?

Nach der Tabelle (XIV.) deutet diese Zahl auf 0,39 aus dem Schwefel bereiteter Normal-Säure; die Normal-Säure selbst aber enthält, nach der obigen Angabe (§. 161.), in 100 Theilen 76 Theile reine saure Masse. Man wende also die goldene Regel (§. 22.) in dieser Form an:

100 *Theile Normal-Säure verhalten sich zu* 39 *Theilen Normal-Säure, wie* 76 *Theile reine saure Masse zur gesuchten Menge saurer Masse.*

Oder durch die Regel de tri:

$$\overbrace{\text{100 Theile}}^{\text{Normal-Säure}}\ \text{geben}\ \overbrace{\text{76 Theile}}^{\text{saure Masse}};\ \text{wie viel geben}\ \overbrace{\text{39 Theile}}^{\text{Normal-Säure}}?$$

$$\begin{array}{r} 76 \\ \underline{39} \\ 684 \\ 228 \\ 100\,|\,2964\,|\,29{,}64 \end{array} \qquad (\S.\ 18.)$$

wodurch man findet, dafs 39 Theile Normal-Säure = sind 29,64 Theilen reiner saurer Masse, aber auch = 100 Theilen der zu beurtheilenden Säure von 1,285 spezifischen Gewichts.

§. 163.

β) Wie viel reine saure Masse enthält die Schwefelsäure, wenn ihr spezifisches Gewicht = 1,840 ist?

Da der Zustand der Säure bey diesem Grade der Konzentration zweifelhaft ist (§. 153.), so verdünne man sie vorher mit gleichen Theilen Wasser. Gesetzt, sie zeige dann ein spezifisches Gewicht = 1,383, so sieht man zwar daraus, dafs sie das in der dritten Spalte der Tabelle XIV. aufgestellte Dilatations-Gesetz befolgt hat; allein da sich der genommene Anhaltpunkt = 1,842, in der (das Dilatations-Gesetz der aus Schwefel bereiteten Säure enthaltenden) 6. Kolumne befindet, so ist nun auch 1,383, oder doch die nächste Zahl daselbst zu suchen. Man findet dort als nächste Zahl 1,380, welche, für 1,383, auf $50\frac{1}{3}$ pro Cent Normal-Säure schliefsen läfst; die untersuchte Säure enthält also in 100 Theilen zwey Mahl so viel, d. i. so viel saure Masse, als $100\frac{2}{3}$ Theile der aus Schwefel bereiteten Normal-Säure. Wie viel aber dieses an reiner saurer Masse betrage, findet man, wie im vorigen Beyspiele, durch die Regel de tri folgender Mafsen:

$$\overbrace{\text{100 Theile}}^{\text{Normal-Säure}}\ \text{geben}\ \overbrace{\text{76 Theile}}^{\text{reine saure Masse}};\ \text{wie viel geben}\ \overbrace{100\tfrac{2}{3}\ (100{,}666)}^{\text{Normal-Säure}}?$$

$$\begin{array}{r} 100666 \\ \underline{76} \\ 603996 \\ 704662 \\ 100\,|\,7650616\,|\,76{,}5 \end{array} \qquad (\S.\ 18.)$$

Die untersuchte Säure enthält also in 100 Theilen 76,5 Theile reiner saurer Masse.

§. 164.

Diese Methode empfiehlt sich vorzüglich durch ihre Kürze, und ist auch eben so sicher, ja sogar, vorausgesetzt, dafs die Säure keine fremden Beymischungen enthalte, noch sicherer, als die Probe durch Sättigung mit Basen von zweifelhaftem Gehalte; aber ich erinnere wiederhohlt daran, dafs sie, wie man wohl selbst einsieht, nur in so fern richtig seyn kann, als auch die dabey zum Stützpunkte gebrauchte Angabe *Daltons* richtig gewesen ist. Die Richtigkeit dieser Angabe aber kann ich weder verbürgen, noch läugnen; denn sie steht mit den Meinungen anderer eben so achtungswerther Gelehrten, aus deren neuesten Versuchen sich das spezifische Gewicht einer 76,05 pro Cent reine saure Masse haltenden Schwefelsäure = 1,850 ergibt *), gar sehr im Widerspruche. Man kann jedoch hoffen, dafs nun bald auch diese Zweifel durch wiederhohlte mit Berücksichtigung des verschiedenen Zustandes der Säuren vorgenommene Gegenversuche gröfsten Theils verschwinden werden. Es ist dabey zu wünschen, dafs man nicht die hoch konzentrirte Säure, sondern eine verdünnte Flüssigkeit von höchstens 1,380 spezifischen Gewichts (= 0,50 meiner Normal-Säure) anwenden möge. Bey dieser Wahl würde man, so wohl den Abweichungen des Dilatations-Gesetzes, als auch jenen Schwierigkeiten entgehen, die sich bey höherer Konzentration in der kleinen Differenz des spezifischen Gewichtes (§. 151.) finden; und dann, von diesem Anhaltpunkte ausgehend, mit gröfserer Sicherheit auch in mehr und minder konzentrirten Flüssigkeiten den Gehalt an reiner saurer Masse bestimmen können. Bis dahin aber können wir uns um so lieber mit der Reduktion auf die der Tabelle XIV. zum Grunde liegende Normal-Säure begnügen, als der Pharmazeute wie der Techniker in allen Fällen, und nicht selten auch der Chemiker von Profession, ohne die Bestimmung der reinen Masse, blofs mit der Vergleichung mehr und minder konzentrirter Säuren vollkommen ausreichen kann.

§. 165.

4. Mehr und minder konzentrirte Säuren mit einander zu vergleichen.

Aus der Vergleichung mehr und minder konzentrirter Flüssigkeiten entspringen für die Praxis sehr mannigfaltige Vortheile. Sie bringet beym Einkaufe wie beym Verkaufe oft sehr grofsen Nutzen, und gibt unsern mit jenen Flüssigkeiten vorzunehmenden Operationen eine Sicherheit, die ohne dieselbe nicht zu erreichen wäre; ja, in manchen Fällen ist das Gelingen chemisch-technischer Operationen einzig und allein von ihrer sorgfältigen und richtigen Anwendung abhängig. Wie solche Vergleichungen anzustellen sind, ergibt sich zwar aus den vorhin aufgeführten Beyspielen, und bey Ansicht der Tabelle XIV. von selbst; aber dennoch wird es nicht überflüssig seyn, in noch einigen andern Beyspielen auch ihre Anwendung auf einzelne Fälle zu zeigen.

§. 166.

a) Es soll aus konzentrirter Schwefelsäure von 1,8 (= 1,800) *spezifischen Gewichts verdünnte Schwefelsäure von* 1,18 (= 1,180) *spezifischen Gewichts bereitet werden: in welchem Verhältnisse soll man jene Säure mit Wasser vermischen?*

Da hier die konzentrirte Säure ein gröfseres spezifisches Gewicht besitzt, als 1,600, so ist ihr Zustand zweifelhaft, sie mufs daher vor allen Dingen durch Vermischung mit gleichen Theilen Wasser geprüft werden (§. 158.). Gesetzt, dieselbe bewähre sich als eine Säure, die aus dem Vitriol bereitet worden, und sey also, nach der 1. 2. und 3. Spalte der Tabelle XIV., einer Mischung aus 88 Theilen normeller Schwefelsäure und 12 Theilen Wassers gleich; so suche man nun in eben jenen Rubriken der Tabelle auch das spezifische Gewicht der zu bereitenden verdünnten Säure = 1,180 auf, und sehe, wie viel Normal-Säure diese enthalten soll. Man findet dort 1,180 als einer Mischung aus 25 Theilen Normal-Säure und 75 Theilen Wassers korrespondirend, und kann demnach die obige Aufgabe auf folgende Formel zurück führen (§. 22.):

Wie sich 25 *Theile Normal-Säure zu* 88 *Theilen Normal-Säure verhalten; so verhalten sich auch* 100 *Theile verdünnter* 25 *procentiger Säure* (*v.* 1,180 *spezifischen Gewichts*) *zu jener Menge, die man suchet.*

*) *Gehlen's* neues allgemeines Journal. V. S. 517. *Gilbert's* Annalen der Physik. XXXVII. S. 269.

Oder durch die Regel de tri:

25 Theile [Normal-Säure] geben 100 Theile [verdünnte Säure]; wie viel geben 88 Theile [Normal-Säure]?

```
      88
      100
25 | 8800 | 352
     75
     130
     125
      50
      50
       -
```

88 Theile Normal-Säure geben also, mit der gehörigen Menge Wasser vermischt, 352 Theile verdünnter Säure von der verlangten Qualität; und man muſs demnach 100 Theile der zu verdünnenden Säure, eben weil sie 88 Theile Normal-Säure enthalten, mit 252 Theilen Wasser vermischen, damit man die Summe 100 + 252 = 352 Theilen verdünnter Säure von 1,180 spezifischen Gewichts (= 0,25 Säuregehalt) erhalte.

§. 167.

Sehr oft ist es nicht hinreichend, nur das Verhältniſs zu wissen, nach welchem solche Mischungen gemacht werden sollen; sondern man wünschet zugleich zu erfahren, wie viel Säure und wie viel Wasser man zu nehmen hat, um eine gewisse bestimmte Menge, und weder mehr noch weniger, z. B. 2½ Pfund, von der verdünnten Flüssigkeit zu bekommen. In solchen Fällen wird man seine Absicht durch die Wiederhohlung des vorigen Verfahrens erreichen, indem man aus den vorhin gefundenen Resultaten der Rechnung die Formel also stellet:

352 *Pfund verdünnter Säure verhalten sich zu* 2½ *Pfund verdünnter Säure wie* 100 *Pfund Normal-Säure zu der in der Frage stehenden Menge.*

Oder durch die Regel de tri (§. 22.):

352 Pfund [verdünnte Säure] erfordern 100 Pfunde [Normal-Säure]; wie viel erfordern 2½ (= 2,5) Pfund [verdünnte Säure]?

```
       2,5
       100
352 | 2500 | 0,71
      2464
       360
       352
         8 u. s. w.
```

Zur Darstellung von 2½ Pfund verdünnter Schwefelsäure jener Art sind also 0,71 Pfund konzentrirter Normal-Säure und 1,79 Pfund Wasser erforderlich; denn 1,79 + 0,71 = 2,5 = 2½ (§. 25.).

§. 168.

β) *Man hat zu irgend einer chemischen Arbeit immer eine Säure von* 1,204 *spezifischen Gewichts verwendet und kennt also die Gröſse ihrer Wirksamkeit aus der Erfahrung. Nun soll bey derselben Arbeit eine Säure von* 1,309 *spezifischen Gewichts gebraucht werden, und es entstehet die Frage: in welchem Verhältnisse diese die Dienste der vorigen leisten wird?*

Da beyde zu vergleichende Säuren geringere spezifische Gewichte besitzen, als 1,600 (§. 171.); so kann man zwar nicht bestimmen, ob sie aus dem Vitriol gezogen oder aus Schwefel bereitet worden sind: allein das ist auch nicht nöthig; denn ohnehin würden sie bey diesen Graden der Konzentration in beyden Fällen ein gleiches Dilatations-Gesetz befolgen (§. 153). Es ist daher auch gleichgültig, ob man sie nach der 3. oder 6. Kolumne der Ta-

belle beurtheilet. Wir wollen das erstere thun, 1,204 spezifisches Gewicht deutet daselbst auf 28 pro Cent Normal-Säure, 1,309 aber auf 40¾ pro Cent; man stelle also die Formel auf diese Art (§. 22):

28 *Theile Normal-Säure verhalten sich zu* 40¾ *Theilen derselben, wie* 100 *Theile* 28 *procentiger Säure zur gesuchten Menge eben derselben.*

Oder durch die Regel de tri aufgelöset so:

$\overbrace{\text{28 Theile}}^{\text{Normal-Säure}}$ geben $\overbrace{\text{100 Theile}}^{\text{28proc. Säure}}$; wie viel geben $\overbrace{40\tfrac{3}{4}}^{\text{Normal-Säure}}$ (= 40,75) Theile?

```
      40,75
        100
28 | 4075,00 | 145,5
   | 28      |
     127
     112
      155
      140
       150
       140
        10 u. s. w.
```

40¾ Theile Normal-Säure (= 100 Theilen 40¾ procentiger Säure) geben also 145,5 Theile einer Säure von 1,204 spezifischen Gewichts (oder 28 pro Cent); und 100 Theile 40¾ procentiger Säure leisten demnach auch eben so viel Wirkung, als 145,5 Theile einer verdünntern Säure von 28 pro Cent normellem Säuregehalte.

§. 169.

Sollte man aber mit dieser allgemeinen Vergleichung nicht ausreichen, und sollte vielleicht in der Aufgabe auch die Menge der verwendeten Säure bestimmt worden, und also auch die Menge der zu verwendenden Säure zu suchen seyn; so findet man diese, wie im vorigen Beyspiele, durch die wiederhohlte Anwendung der Regel de tri. Gesetzt man habe 25¾ Pfund der 28 procentigen Säure verbraucht, und wolle nun wissen, wie viel von der 40¾ procentigen zu eben derselben Absicht hinreichend seyn werde; so stelle man die Formel also:

145,5 *Pfund der* 28 *procentigen Säure verhalten sich zu* 25¾ *Pfunden derselben, wie* 100 *Pfund der* 40¾ *procentigen Säure zur gesuchten Menge der Letztern.*

Oder durch die Regel de tri.

$\overbrace{\text{145,5 Pfund}}^{\text{28 proc. Säure}}$ entsprechen $\overbrace{\text{100 Pfunden}}^{40\frac{3}{4}\text{ proc. Säure}}$, wie viel entsprechen $\overbrace{25\tfrac{3}{4}\text{ Pfund}}^{\text{28 procent. Säure}}$?

```
         25,75
           100
145,5 | 2575,00 | 17,69
      | 1455    |
        11200
        10185
         10150
          8730
          14200
          13095
           1105 u. s. w.
```

17,69 Pfund 40¾ procentiger Säure werden also erforderlich seyn, um eben so viel Wirkung hervor zu bringen, als 25¾ Pfund einer 28 procentigen sauern Flüssigkeit.

§. 170.

5. Das Verhältniſs zu finden, in welchem mehr und minder konzentrirte Säuren mit einander zu vermischen sind, damit die Mischung jeden beliebigen mittleren Grad der Konzentration erhalte.

Nicht selten ergibt sich in der Praxis der Fall, daſs man eine für irgend eine Absicht zu schwache Säure durch den Zusatz einer hinreichenden Menge stärkerer Säure derselben Art bis zum erforderlichen Grade der Wirksamkeit erheben oder stärkere ebenmäſsig schwächen will; wobey dann jedes Mahl die Frage entstehet: in welchem Verhältnisse eine solche Mischung zu machen sey? Diese Fragen sind zwar sehr komplizirt und gehören eigentlich zu jenen Aufgaben, die man in der höheren Rechnung Gleichungen mit zwey unbekannten Gröſsen nennet; dennoch hat man aber die Art ihrer Auflösung sehr glücklich auch in die gemeine Arithmetik übertragen, und unter dem Nahmen der Vermischungsregel auf folgenden kurzen Satz zurück geführt:

Die Differenz zwischen der Konzentration der einen zu vermischenden Flüssigkeit und zwischen der beabsichtigten Konzentration der zu machenden Mischung ist zugleich die Menge der andern zu vermischenden Flüssigkeit, und umgekehrt.

In der Ausführung dieser Regel verfährt man, wenn z. B. zwey saure Flüssigkeiten von 0,27 und 0,89 Säuregehalt in dem Verhältnisse vermischt werden sollen, daſs ihr Produkt auf den Säuregehalt von 0,72 gebracht werde, folgender Maſsen:

Säuregehalt der stärkeren zu vermischenden Säure) = 89 } Differenz = 17
Beabsichtigter Säuregehalt der zu bereitenden Mischung) = 72
Säuregehalt der schwächeren zu vermischenden Säure) = 27 } Differenz = 45.

Oder man schreibt, um die Ansicht zu vereinfachen, die beyden Unterschiede sogleich neben die entgegen gesetzten Glieder, woselbst sie zugleich auch die zu verwendende Menge jeder Flüssigkeit bezeichnen. Im obigen Falle stehet denn die Formel also:

89 } 45
72
27 } 17

der Unterscchied zwischen 89 und 72 ist = 17, der Unterschied zwischen 72 und 27 aber = 45; es sind demnach 45 Theile der stärkern mit 17 Theilen der schwächern Säure zu vermischen, worauf das Produkt = 62 Theilen und von der verlangten Qualität seyn wird.

§. 171.

Wenn aber zugleich auch die Menge der zu bereitenden Mischung vorgeschrieben und z. B. auf 52 Pfund festgesetzt worden wäre, so würde auch die Menge der einzelnen Zuthaten durch folgende aus den vorhin gefundenen Verhältnissen zu bildende Regel de tri zu finden seyn:

62 Theile (Mischung) erfordern 45 Theile (89 proc. Säure), wie viel erfordern 52 Theile (Mischung)?

```
      45
      52
      --
      90
     225
     ---
62 |2340|37,7
   |186 |
    ---
     480
     434
     ---
      460
      434
      ---
       26 u. s. w.
```

Zur Bildung von 52 Pfund jener Mischung werden also 37,7 Pfunde 89 procentiger Säure erforderlich seyn, und man wird folglich von der schwächern 14,3 Pfund hinzusetzen müssen; denn 37,7 + 14,3 = 52.

§. 172.

Eben auf diese Art kann die Vermischungsregel auch auf jene Beyspiele angewendet werden, in denen konzentrirte Säuren mit Wasser zu vermischen sind; indem man dabey das Wasser, wie es demselben auch zukommt, mit 0 Säuregehalt bezeichnet. Gesetzt man wolle eine Säure von 0,84 auf 0,56 Säuregehalt setzen, so wäre demnach die Formel diese:

$$\begin{array}{ccl} 84 & \big\} & 56 \\ & 56 & \\ 0 & \big\} & 28 \end{array}$$

und es wären folglich 56 Theile Säure mit 28 Theilen Wasser zu vermischen.

§. 173.

Von den oben gegebenen Beyspielen wird man nun leicht auch auf alle andern vorkommenden Fälle eine richtige Anwendung machen können, so bald man die spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten mit der gehörigen Genauigkeit bestimmt, sich in der Regel de tri vor der Verwechselung der Rechnungsglieder hüthet, und den verschiedenen Zustand konzentrirter Säuren sorgfältig beachtet. Am besten ist es für die tägliche Praxis, wenn man dabey jede konzentrirte Säure durch die Verdünnung mit gleichen Theilen Wassers prüfet (§. 153), und alle vorkommenden Aufgaben immer nur auf ein und dasselbe Dilatations-Gesetz, sey es nun auf jenes der Schwefelsäure oder auf das der Vitriol-Säure, reduzirt. Man entgehet dadurch nicht nur jenen Verstöfsen, die sich dann ergeben könnten, wenn die Säure ihrem Zustande nach einem Gemische aus Vitriol- und Schwefelsäure gleich seyn sollte (§. 154.); sondern auch die Versuche selbst werden dabey um vieles einfacher, da man nie von den Gliedern eines Dilatations-Gesetzes auf die des andern schliefsen darf, und also niemahls in die Gefahr verfällt, durch die Verwechselung dieses Gesetzes auf Irrwege geleitet zu werden.

c) *Erforschung der Massenverhältnisse in Mischungen aus Salpetersäure und Wasser durch ihre spezifischen Gewichte.*

§. 174.

Wenn ich schon bey der Schwefelsäure auf die Möglichkeit eines verschiedenen Dilatations-Gesetzes geschlossen hatte (§. 149.); so mufste diefs um so mehr auch bey der Salpetersäure geschehen, da diese in so auffallend verschiedenem Zustande vorkommt, dafs sie, nebst andern Eigenschaften, auch sogar ihre Farbe wechselt, und bald farbenlos, und so überaus dünnflüssig, wie Aether, bald roth und dickflüssig, wie ein fettes Oehl erscheint. Meine Vermuthung wurde auch in diesem Falle vollkommen gerechtfertiget; denn rothe, rauchende oder unvollkommene, und weifse oder konzentrirte vollkommene Salpetersäure, beyde von gleichgrofsem spezifischen Gewichte, gaben, in gleichen Verhältnissen mit Wasser vermischt, ungleiche, nach eigenthümlichen aber sehr verschiedenen Gesetzen verdichtete Mischungen *). Die Tabelle XV. enthält die Resultate meiner diefsfälligen Versuche, welche ich dann zur Erleichterung des Gebrauchs in der Tabelle XVI. durch die Proportional-Eintheilung auch bis auf alle einzelne pro Cente erweitert habe.

§. 175.

Die Abweichung in den Dilatations-Gesetzen der Salpeter-Säure ist, wie man hier sieht, weit gröfser, als oben bey den Mischungen aus Schwefelsäure und Wasser (§. 149.); denn die Salpetersäure wurde bey einem verhältnifsmäfsig viel höheren Grade der Konzentration angewendet, als es, aus bereits oben (§. 151.) angeführten Gründen bey der Schwefel-

*) Ganz dieser Verschiedenheit gemäfs verhielten sich jene beyden Säuren auch gegen die Basen; denn 100 Theile vollkommener Salpetersäure erforderten zu ihrer Sättigung 339 Theile krystallisirtes Natron, während eine gleiche Menge unvollkommener Salpetersäure nur 280 Theile aufnehmen konnte.

säure hatte geschehen können. Hätte ich dort auch von einem höheren Grade der Verdichtung ausgehen können, so würde auch dort die Abweichung viel gröfser gewesen seyn, und die gegenwärtige wahrscheinlich um so viel übertroffen haben, als die reine Schwefelsäure die reine Salpetersäure im spezifischen Gewichte übersteigen mufs. Was übrigens von der Schwefelsäure (§. 147 u. s. w.) gesagt worden ist, das gilt gröfsten Theils auch von der Salpetersäure. Auch diese befolgt in den höheren Graden der Konzentration ein verschiedenes Dilatations-Gesetz, und mufs folglich, so bald ihr spezifisches Gewicht mehr als 1,450 beträgt, vorher mit gleichen Theilen Wassers vermischt und dann nach der vorhin (§. 153.) gegebenen Anleitung geprüft werden. Auch bey dieser Säure ist ein Zustand möglich, der zwischen den beyden in der Tabelle aufgestellten Dilatations-Gesetzen das Mittel hält; ja, die äufsersten Gränzen in den Abweichungen dieser Gesetze können sich vielleicht weit über das hier angegebene Verhältnifs hinaus erstrecken. Dieser Zustand verdient aber eine um so gröfsere Berücksichtigung, als die Salpetersäure bey höheren Graden der Konzentration durch sich selbst, oder vielmehr durch den Einflufs des Lichtes, in kurzer Zeit aus dem vollkommenen in den unvollkommenen Zustand übergeht, und also wohl auch sehr oft im mittleren Zustande (§. 154.) vorkommen kann.

§. 176.

Welches die Ursachen seyn mögen, um derentwillen auch die Salpetersäure in so verschiedenen Zuständen vorkommt, ist schwer zu entscheiden. Einzig und allein aus dem Einflusse des Wärmestoffes (§. 152.) lassen sich diese auffallende Eigenschaften nicht erklären, auch nicht durch die Beymischung des Salpeter-Gases; denn, wovon ist im ersten Falle die grofse Farbenveränderung abzuleiten? und wo kommt im zweyten Falle die grofse Menge Salpeter-Gas, welche doch in der rothen rauchenden Salpetersäure vorhanden seyn soll, hin, wenn diese Säure mit Wasser vermischt wird? — Warum sondert sich die sehr hoch konzentrirte Salpetersäure manches Mahl in zwey über einander schwimmende Schichten von verschiedener Farbe ab? Warum bewähren diese sich dennoch beyde bey allen unsern Prüfungsmitteln als reine Salpetersäure? Diese und eine Menge anderer Fragen sind noch immer nicht so genügend beantwortet worden, dafs man darauf ein sicheres Urtheil bauen konnte; und ich leiste daher auch um so williger Verzicht darauf, als dasselbe schon aufser den Gränzen meines gegenwärtigen Planes liegt, und wahrscheinlich bald von andern kompetenten Richtern ausgesprochen werden wird.

§. 177.

Ueber den Gebrauch der Tabelle XVI. bey der Beurtheilung salpetersaurer Flüssigkeiten ist es kaum nöthig, eine besondere Anleitung zu geben. Sie ist eben so eingerichtet, als jene für die Schwefelsäure (§. 150.); sie zeiget wie jene den Gang von zwey verschiedenen Dilatations-Gesetzen; und es lassen sich folglich alle bey der Beurtheilung der Schwefelsäure gelöseten Aufgaben (§. 156 — 172) auch auf die Salpetersäure anwenden, so bald man dabey an die Stelle der Tabelle XIV. die Tabelle XVI. in Beziehung nimmt. Man kann mit Hülfe dieser Tabelle, nach dem spezifischen Gewichte einer in der Frage stehenden Säure, entscheiden, ob diese sich im vollkommenen oder unvollkommenen, oder in einem mittleren Zustande befindet (§. 156.); man kann von konzentrirten auf minder konzentrirte, und umgekehrt von diesen auf jene (§. 165.), und endlich von den Gliedern eines Dilatations-Gesetzes auf die des andern schliefsen (§. 163.). Nur in dem einzigen Falle, wenn in irgend einer salpetersauern Flüssigkeit der Gehalt an reiner saurer Masse ausgemittelt werden soll (§. 160.) findet eine Ausnahme Statt. Man mufs nähmlich bey dieser Aufgabe in den Rechnungsformeln immer jene Menge von reiner saurer Masse in Anschlag bringen, die in 100 Theilen normeller Salpetersäure enthalten ist. Nach Herrn *Dalton* *) enthalten 100 Theile konzentrirter Salpetersäure von 1,560 spezifischen Gewichts 72,86 Theile reine saure Masse, und 72,86 ist also die Zahl, welche in der Regel de tri (§. 162.) als zweytes Glied zu setzen wäre. Herr *Dalton* hat zwar auch in diesem Falle den Zustand seiner Säure nicht angegeben, aber es läfst sich mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dafs sie sich im unvollkommenen Zustande befunden habe. Diefs und die Richtigkeit der Angabe vorausgesetzt, würden also 100 Theile vollkommener Salpetersäure bey einem spezifischen Gewichte = 1,560 91,07, und folglich um 18,21 Theile mehr reine saure Masse enthalten, als in der unvollkommenen enthalten sind.

*) *Dalton* a. a. O. B. II. S. 155.

d) *Beurtheilung der Massenverhältnisse in Mischungen aus Kochsalzsäure und Wasser, nach den spezifischen Gewichten derselben.*

§. 177.

Durch die bey den Versuchen mit Schwefel- und Salpetersäure erlangten Erfahrungen vorsichtig und mifstrauisch gemacht, hielt ich selbst bey der Kochsalzsäure eine Verschiedenheit des Dilatations - Gesetzes nicht für unmöglich, obgleich, aufser dem Umstande, dafs sie bald gelb, bald farbenlos erscheint, keine wichtigen Gründe für diese Vermuthung sprachen. Ich unterwarf also diese Säure zu wiederhohlten Mahlen, und auf verschiedenen Wegen erzeugt, der Untersuchnng; fand aber immer dieselben Eigenschaften wieder. Zwar bemerkte ich bey Säuren, welche mit Eisen oder mit Schwefelsäure verunreiniget waren, wohl einige Abweichungen; allein diese gehören nicht hierher, und waren überhaupt viel zu unbedeutend, als dafs sie eine eigene Reihe des Dilatations - Gesetzes hätten bilden können. Eben so wenig konnte ich auch zwischen der mit Schwefelsäure und der mit Eisen - Vitriol ausgetriebenen Säure eine merkliche Verschiedenheit wahrnehmen. Die Tabelle XVII, in welcher die Resultate meiner diefsfälligen Versuche aufgezeichnet sind, enthält daher nur eine einzige Reihe für das Dilatations - Gesetz jener Säure; die dann, wie bey den übrigen Säuren geschehen war, in der Tabelle XVIII., zur Erleichterung der Anwendung durch die Proportional - Eintheilung auch bis auf alle einzelnen pro Cente des normellen Säuregehalts ausgedehnt worden ist.

§. 178.

Auch diese Tabelle wird ganz nach den bey der Schwefelsäure gegebenen Regeln (§. 158 u. s. f.) auf die Beurtheilung salzsaurer Flüssigkeiten angewendet; und ist um so einfacher anzuwenden, weil diese Säure immer nur eines und dasselbe Dilatations - Gesetz befolgt. Nur ist es nöthig, dafs man in jenen Fällen, wo die reine saure Masse erforscht werden soll, in der oben gegebenen Formel (§. 162.) jene Zahl zum zweyten Gliede mache, welche den reinen Säuregehalt der Normal - Säure richtig ausdruckt. Nach *Dalton* *) enthalten 100 Theile einer Salzsäure, deren spezifisches Gewicht = 1,166 ist, 21,6 Theile reine saure Masse; 1,166 deutet aber nach der Tabelle XVIII. auf 0,80 Normal - Säure. Die Richtigkeit dieser Angabe vorausgesetzt, verhalten sich folglich (§. 22.) 80 : 21,6 = 100 : 27; die Normal - Säure enthält also in 100 Theilen 27 Theile saure Masse; und 27 ist demnach die Zahl, welche in der Regel de tri als zweytes Glied anzusetzen ist (§. 162.).

e) *Erforschung der Massenverhältnisse in Mischungen aus Ammoniak und Wasser, durch ihre spezifischen Gewichte.*

§. 179.

Mehrere berühmte Naturforscher haben zwar bereits auch über die spezifischen Gewichte der Zusammensetzungen aus reinem Ammoniak und Wasser Untersuchungen gemacht, und hierüber mehr oder weniger vollständige Tabellen geliefert **); allein diese weichen in der Angabe der Massenverhältnisse so sehr von einander ab, dafs man, wenn eigene Erfahrungen fehlen, selbst im Besitze derselben immer noch dem Zweifel Preis gegeben bleibt, und bey der praktischen Anwendung nicht weifs, welcher von allen der Vorzug zu geben ist. Zudem haben diese Tabellen meistens eine solche Einrichrung erhalten, dafs die Vergleichung mehr oder minder konzentrirter Flüssigkeiten mittelst derselben immer sehr zusammen gesetzte Rechnungen veranlassen mufs, und eben darum in der täglichen Praxis nur selten vorgenommen werden kann. Diese Umstände, hauptsächlich aber der Wunsch, eine Tabelle über die spezifischen Gewichte der wässerigen Ammoniak - Auflösungen auf die mittlere Temperatur der Atmosphäre gegründet, und dadurch ihre Anwendung in der Pharmazie und Technik erleichtert zu sehen, haben mich endlich zu eigenen Versuchen über diesen Gegenstand aufgemuntert.

*) Dalton a. a. O. B. II. S. 87.

**) Davy in Thomson's System de Chimie par Riffault II. pag. 31. Trohmayer's Grundrifs der Chemie. B. I. S. 551. John Dalton's neues System des chemischen Theils der Naturlehre. B. II. S. 231. J. B. Richter's Anfangsgründe der Stöchyometrie. Th. III. S. 233.

§. 180.

Zu diesen Versuchen beschlofs ich eine Normal - Flüssigkeit zu wählen, die bey + 14° Reaum. Temp. gerade so viel reines Ammoniak enthalten sollte, als das Wasser bey dieser Temperatur nur immer aufzunehmen vermögend wäre. Es wurden zu dem Ende acht Pfund Salmiak mit einer angemessenen Menge reinen Kalks vermischt, in einen eisernen Ballon gebracht, und dieser Ballon mit vier *Woulfe*'schen Flaschen in Verbindung gesetzt, worunter die erste das Sicherheitsrohr, die zweyte eine geringe Menge des vorzuschlagenden Wassers, die andern beyden aber den Rest desselben enthielten, und hierauf wurde unter den gewöhnlichen Vorsichtsregeln die Destillation verrichtet. In die zweyte Flasche war aus dem Grunde so wenig Wasser vorgeschlagen worden, damit dasselbe während dem Durchströmen des gesammten aus dem Salmiak entbundenen Ammoniaks desto gewisser vollkommen gesättiget werden möge. Der Erfolg entsprach auch ganz dieser Absicht; denn diefs Wasser erwärmte sich in der ersten Periode der Operation, blieb auch so lange warm, als die Aufnahme des Ammoniaks dauerte, kühlte dann aber wieder ab, und sank endlich, zum klaren Beweise, dafs nun nichts mehr aufgenommen werden könne, während dem lebhaftesten Durchströmen des Ammoniaks, und während die nachfolgende Flasche erwärmt wurde, bis zur Temperatur der Atmosphäre, die damahls = + 12° Reaum. war, herab. Die auf diese Art in der zweyten Vorlage erhaltene Flüssigkeit wurde nun in eine kleinere Flasche gebracht, und mit der gröfsten Vorsicht, blofs durch das Streichen mit der warmen Hand, nach und nach bis zum vierzehnten Grade Reaum. Temp. erwärmt. Sie gerieth dabey in ein sichtbares Aufbrausen, wodurch eine nicht unbedeutende Menge Ammoniak-Gas ausgeschieden, und zugleich bewiesen wurde: dafs in derselben mehr Ammoniak enthalten gewesen war, als sie bey + 14° Reaum. Temp. gebunden halten konnte, und dafs sie folglich ganz gewifs die gröfstmögliche Menge reinen Ammoniaks in sich hielt. So vorbereitet sahe ich nun diese Ammoniak-Auflösung als Normal-Flüssigkeit an, bestimmte ihr spezifisches Gewicht, das ich = 0,883 fand, und machte endlich, nach denselben Regeln, die ich auch bey den Säuren befolgt hatte (§. 149.) alle jene Mischungen und Untersuchungen, deren Resultate man in der Tabelle XIX. verzeichnet, in der Tabelle XX. aber bis auf einzelne pro Cente ausgeführt findet.

§. 181.

Bey der Darstellung dieser Tabelle habe ich, wie man bemerkt, ebenfalls auf die Angabe der reinen Masse Verzicht gethan; obgleich man glauben sollte, es sey, da hier die Normal-Flüssigkeit durch die unmittelbare Zusammensetzung beyder Bestandtheile bereitet worden ist, nichts leichter gewesen, als auch die in derselben enthaltene reine Ammoniak-Masse zu bestimmen. Allein man darf hier nur den Weg der Erfahrung einschlagen und selbst Versuche machen, so sieht man bald ein, mit welchen Schwierigkeiten die Lösung solcher Aufgaben verknüpft ist. Sollte ich vielleicht den Zuwachs an Gewicht, welchen das in der zweyten Flasche vorgeschlagene Wasser während der Operation erhalten hatte, als die Menge des in demselben aufgelöseten Ammoniaks ansehen? Dieses würde zwar zu einer Annäherung, aber keinesweges zur scharfen Beantwortung der Aufgabe geführt haben; denn es fragt sich dabey: ob und wie viel Wasser aus dem Ballon, zugleich mit dem Ammoniak-Gas, in die zweyte Vorlage übergegangen, und ob und wie viel Wasser aus dieser zweyten Vorlage von dem durchziehenden Ammoniak-Strome in die dritte Vorlage hinüber geführt worden sey? — Oder sollte ich etwa das Ammoniak-Gas nach seinem Volumen abmessen, das absolute Gewicht desselben aber durch Rechnung finden, und es dann durch irgend eine Compressions-Methode mit dem Wasser verbinden? Manche Stunden habe ich mit solchen Künsten hingebracht, und ich achte sie gewifs, wofür sie zu achten sind; aber jedermann, der mit ähnlichen Versuchen selbst zu thun gehabt, und für einen und denselben Versuch niemahls ganz gleiche Resultate erhalten hat, wird mir meine Bescheidenheit verzeihen, wenn ich mich auch in diesem Falle nur mit einer Normal-Masse begnüge, und für den Preis einer zuverlässigern Vergleichung mehr und minder konzentrirter Flüssigkeiten den Ruhm, die reine Ammoniak-Masse in den wässerigen Auflösungen desselben bestimmt zu haben, gern jedem Andern überlasse.

§. 182.

Was übrigens die Anwendung der Tabelle XX. auf die Beurtheilung und Vergleichung mehr und minder konzentrirter Ammoniak haltiger Flüssigkeiten anbetrifft, so geschieht sie ganz nach den bey den Säuren angezeigten Regeln (§. 158 u. s. f.). Soll aber die absolute reine Ammoniak-Masse in irgend einer solchen Flüssigkeit bestimmt werden, dann mufs in der vorzunehmenden Rechnung (§. 162.), aus leicht zu begreifenden Gründen, der wahre Am-

moniak-Gehalt der Normal-Flüssigkeit in Betrachtung gezogen werden. Eine gesättigte Ammoniak-Auflösung von 0,883 spezifischen Gewichts enthält aber in 100 Theilen nach *Dalton* 27,8, nach *Richter* 65,81 und nach *Davy* 33,5 reines Ammoniak; unter welchen Angaben ich die letzte, die auch mit meinen eigenen Erfahrungen nahe übereinstimmt, für die der Wahrheit am nächsten stehende halte: es ist demnach in das zweyte Glied der Regel de tri (§. 162.) die Zahl 33,5 zu setzen.

f) Beurtheilung der Massenverhältnisse in Mischungen aus Alkohol und Wasser, nach den spezifischen Gewichten.

§. 183.

Der seit einigen Jahrhunderten nicht nur in den Künsten und Gewerben, sondern selbst im gemeinen Leben und fast in allen Haushaltungen überhand nehmende Verbrauch der unter so mannigfaltigen Benennungen vorkommenden Mischungen aus Alkohol und Wasser hat in den früheren Zeiten schon eine Menge von Versuchen zur Beurtheilung ihrer Massenverhältnisse veranlasset. Allein da sich der Alkohol mit dem Wasser so wohl als mit andern Flüssigkeiten in allen Verhältnissen mischen läfst, und in diesen Mischungen dann die Massenverhältnisse nicht wie bey den sauern, alkalischen und überhaupt salzigen Flüssigkeiten durch gegenwirkende Mittel erforscht werden können, so blieben jene Versuche eine geraume Zeit hindurch sehr unvollkommen und schwankend, und wuchsen eben darum zu einer solchen Menge heran, dafs ihre vollständige Aufzählung viele Blätter füllen könnte. Ich werde daher, indem ich alle diese Versuche mit Stillschweigen übergehe, bey jener Methode, die unter allen allein unserer Aufmerksamkeit würdig ist, nähmlich bey der Beurtheilung nach dem spezifischen Gewichte stehen bleiben, und in der Voraussetzung, dafs meine eigenen Versuche den von Andern vorgenommenen an Richtigkeit nicht nachstehen werden, auch hier nur diese näher beschreiben, und auf dieselben die Methode jener Beurtheilung zu gründen suchen.

§. 184.

Die beyden nunmehr verewigten Chemiker *Richter* und *Lowitz* *) gehören unstreitig zu den ersten gründlichen Bearbeitern dieses Gegenstandes, und wenn ihre Tabellen über die spezifischen Gewichte der Mischungen aus Alkohol und Wasser in manchen Fällen unrichtig sind, so können diese Mängel nicht so sehr begangenen Fehlern bey den Versuchen selbst, als vielmehr dem Umstande zugeschrieben werden: dafs auch diese beyden Gelehrten durch die Voraussetzung, es müsse bey solchen Mischungen das Dilatations-Gesetz eine gerade Progression bilden, oder ihr doch nahe kommen, irre geleitet worden sind. Wirklich findet sich, wenn man die von ihnen hinterlassenen Data sorgfältig untersucht, dafs beyde auf diese Art gefehlt haben; denn der Erstere folgerte aus wenigen Anhaltpunkten mit Hülfe der Rechnung alle übrigen Glieder für seine Tabelle; und Letzterer hing so fest an der Voraussetzung einer geraden Progression, dafs er, seine eigenen Erfahrungen bezweifelnd, die Resultate sehr umständlicher und zahlreicher Versuche, die unverändert schon damahls eine zuverlässige Vergleichungstafel hätten liefern können, nach der Norm einer geraden Progression korrigirte, und eben dadurch mehr oder weniger von der Wahrheit abgeleitet wurde. Niemand kann willfähriger seyn, solche Irrungen zu entschuldigen, als derjenige, der selbst ähnliche Untersuchungen vorgenommen, und also bemerkt hat, wie leicht es sey, in einem neuen Felde an seinen eigenen Erfahrungen, wenn diese den vorgefafsten Meinungen widersprechen, zum Zweifler zu werden. Ich bin von dieser Wahrheit so sehr überzeugt, dafs ich fest glaube, ich selbst würde als erster Bearbeiter in jenen Fehler verfallen seyn, wenn ich nicht durch die Irrungen meiner Vorgänger, die ich bey dem oft wiederhohlten Gebrauche ihrer Tabellen entdeckt hatte, gewarnt, zu neuen Versuchen veranlasset, und am Ende vollkommen überzeugt worden wäre: dafs die Dilatation fast aller Mischungen nach den Gesetzen mehr oder weniger parabolischer Progressionen (§. 127.) vor sich gehe; und dafs also jene Abweichungen von den geraden Progressionen, die wohl auch mir selbst, bey meinen ersten eigenen Versuchen, von Fehlern in der Ausführung herzurühren schienen, in den Gesetzen der Natur begründet seyen, und also nicht abgeändert werden dürften.

§. 185.

Geleitet durch die Vorarbeiten der eben genannten Gelehrten unternahm ich bereits im Jahre 1806 eine Reihe von Versuchen mit dem Alkohol, deren Resultate jedoch nur in den

*) *Richter* über die neuern Gegenstände der Chemie. St. 8. S. 80. v. *Crell's* Annalen 1797. St. 3. S. 203.

Jahren 1812 und 1813 *) zur öffentlichen Kenntnifs gelangen konnten. Ich bereitete mir nähmlich damahls, nach der von *Richter* angegebenen Methode, durch wiederhohlte Rektifikation eines vorher schon mittelst der Destillation ziemlich verstärkten Weingeistes über salzsauern Kalk einen Normal-Alkohol, dessen spezifisches Gewicht bey + 16° Reaum. = 0,791 war. Diese Flüssigkeit vermischte ich sodann, so wohl dem Gewichte nach, als nach Inhaltsmafsen, von 5 zu 5 pro Cent, in allen Verhältnissen mit Wasser, untersuchte nach einer 24 stündigen Ruhe die spezifischen Gewichte dieser Mischungen bey + 16° Reaum. Temp., und trug endlich die gefundenen Resultate in tabellarischer Form so zusammen, wie man sie in der Tabelle XXI. aufgezeichnet, in den Tabellen XXII. und XXIII. aber durch Hülfe der Proportional-Eintheilung bis auf alle einzelne Procente ausgeführt findet.

§. 186.

Bey diesen Versuchen beobachtete ich aus dem Grunde die Temperatur von + 16° Reaum., damit die Resultate mit den Arbeiten von *Richter* und *Lowitz*, die eben bey diesem Wärmegrade ihre Untersuchungen vorgenommen hatten, desto leichter zu vergleichen seyn möchten, und bey jenen Zusammensetzungen, die nach Procent des Inhaltsmafses gemacht werden sollten, wurden, um alle Verstöfse zu vermeiden, die Volumina nicht abgemessen, sondern nachdem vorher aus den spezifischen Gewichten der Flüssigkeiten die absoluten Gewichte für die erforderlichen Volumina berechnet worden waren (§. 108.), auf der Wage abgewogen. Auch gründete ich zu derselben Zeit auf diese Versuche den Bau meiner Alkohol-Messer, deren späterhin noch erwähnt werden wird, und welche die in der Tabelle XXII. und XXIII. aufgestellten Qualitäten geistiger Flüssigkeiten unmittelbar durch ihre Gradleitern anzeigen sollten.

§. 187.

Die parabolische Form des Dilatations-Gesetzes, welches in diesen Tabellen obwaltet, noch mehr aber der Ausdruck dieses Gesetzes in Längenmafsen, der sich in den Gradleitern meiner Alkohol-Messer so auffallend aussprach, fand zwar Anfangs, selbst bey den vernünftigsten Männern, so viel Widerspruch, dafs ich zu einer öffentlichen Vertheidigung meiner Behauptungen genöthiget wurde **); allein beynahe zu derselben Zeit, als die Belege zu meinen Meinungen an das Licht traten, erschien über die spezifischen Gewichte und Massenverhältnisse geistiger Flüssigkeiten auch eine Tabelle vom Herrn Professor *Tralles* ***), die ebenfalls das parabolische Dilatations-Gesetz bestätigte; und so wurde dann durch beynahe gleichzeitige, an verschiedenen Orten und ohne alle Verabredung vorgenommene Versuche die Richtigkeit meiner Angaben aufser allen Zweifel gesetzt.

§. 188.

Bey einer genauen Vergleichung jener Tabelle mit der von mir entworfenen fand sich zwar, wie bereits vorhin gesagt worden ist, die parabolische Form vollkommen bestätigt; auch waren beyde Tabellen im Allgemeinen, wenn auf den Umstand, dafs sie beyde bey verschiedenen Wärmegraden entworfen, und die Hauptversuche nicht mit vollkommen gleich hoch konzentrirtem Alkohol vorgenommen worden waren, gehörige Rücksicht genommen wurde, bis auf einige kleine an einzelnen Stellen vorfindige Abweichungen ganz übereinstimmend. Aber selbst diese kleine Verschiedenheit wollte ich, wo möglich, beseitigen, und unternahm daher, weil mir bey vollem Zutrauen zu jener Tabelle und eben so billiger Meinung von der Genauigkeit meiner eigenen Versuche die Ursachen jener Abweichungen unbegreiflich waren, neue Untersuchungen. Es würde jedoch von dem vorgesteckten Ziele zu weit abführen, wenn ich alle Versuche, die ich in dieser Absicht gemacht habe, der Reihe nach erzählen wollte; aber die kurzgefafste aus denselben gezogene Lehre wird hier nicht am unrechten Orte stehen. Ich fand nähmlich dabey

1. meine früher schon an einem andern Orte ****) geäufserte Meinung: „dafs aus verschiedenen Pflanzenstoffen gezogener oder auch nur unter verschiedenen Umständen der Gährung gebildeter Weingeist keinesweges, wie man bisher angenommen

*) Durch J. B. *Trommsdorfs* Journal der Pharmazie. 1813. B. XXII. S. 3.

**) Eben daselbst 1812. B. XXI. S. 11.

***) *Gilbert's* Annalen der Physik. Jahrg. 1811. St. 8. S. 21.

****) Meine Vorschläge zur Verbesserung pharmazeutischer Operationen etc. Wien 1814. Bey Kupfer und Wimmer.

„hat, immer gleiche Eigenschaften haben müsse; sondern oft im Geruche und Geschmacke einiger Maſsen verschieden seyn, ja sogar, bey gleichem Wassergehalte, ein verschiedenes spezifisches Gewicht besitzen könne" neuerdings bestätiget; denn diese verschiedenen Produkte der Weingährung zeichneten sich auch durch eine kleine Verschiedenheit im Dilatations-Gesetze von einander aus; und es zeigte sich, daſs diese Abweichung, obwohl im Ganzen sehr unbeträchtlich, dennoch zwischen einem aus Kornbranntwein und einem aus Weinlager gezogenen Alkohol am gröſsten war. Auch belehrte ich mich

2. daſs mancher Alkohol durch die Rektifikation über Alkalien oder salzsauern Kalk sehr bald, ein anderer wieder nur durch oftmahlige Wiederhohlung dieses Verfahrens, und noch anderer endlich ganz und gar nicht bis zu dem für den absoluten Alkohol angezeigten spezifischen Gewichte von 0,791 (bey + 16° Reaum. Temp.) gebracht werden konnte.

§. 189.

Ob diese beyden Erfahrungen, wie ich wohl glaube, aus der quantitativen Verschiedenheit der Verhältnisse in den näheren Bestandtheilen des Alkohols, oder durch die Beymischung des vegetabilischen Oehles, oder aber durch die An- oder Abwesenheit einer kleinen Menge Aethers, und auf welche Art in diesem Falle die Entstehung dieses Aethers zu erklären sey? will ich gern einem Andern zu entscheiden überlassen. Es reichet für die gegenwärtige Absicht hin, wenn man jene Erfahrung kennet, um in Zukunft begreifen zu können, woher es komme, daſs mancher verdienstvolle Chemiker die Existenz eines Alkohols von 0,791 spezifischen Gewichts bestreitet, und um einzusehen, warum sich in den Versuchen mit Alkohol, selbst bey dem genauesten Verfahren, kleine Abweichungen in den Resultaten nicht immer vermeiden lassen.

§. 190.

Da ich nun bey meinen ersten ausführlichen und der Tabelle XXI. zum Grunde gelegten Versuchen durch Zufall einen aus Weinlager gezogenen Alkohol verwendet hatte, der Lagerbranntwein aber nur in den Weinländern, und selbst in diesen nicht am häufigsten vorkommt; so unternahm ich im Jahre 1814 eine neue Reihe von Versuchen, bediente mich dabey eines aus Kornbranntwein bereiteten Alkohols, und bestimmte die spezifischen Gewichte der Mischungen, meiner eigenen bessern Ueberzeugung und den Wünschen mehrerer mir sehr verehrungswürdigen Freunde gemäſs, bey jener Temperatur, die ich auch bey meinen Versuchen mit den Säuren beobachtet hatte, nähmlich bey + 14° Reaum. Die Resultate dieser Untersuchungen habe ich in die Tabelle XXIV. eingetragen, und in den Tabellen XXV. und XXVI. durch Proportional-Eintheilung bis auf alle einzelnen Procente ausgedehnt. Auf diese werde ich mich nun auch bey der nachfolgenden Beurtheilung geistiger Flüssigkeiten beziehen; obwohl diese, wie jedermann einsehen wird, ohne irgend einen beträchtlichen Fehler, (beym + 16. Grade Reaum. Temp.) auch auf die Tabelle XXI. gegründet werden könnte.

§. 191.

Bey der Beurtheilung der flüssigen Körper überhaupt kann man aber von zwey ganz verschiedenen Ansichten ausgehen; man kann sie nähmlich entweder nach ihrem Gewichte oder nach ihrem Volumen beurtheilen, und beydes ist bey geistigen Flüssigkeiten wirklich der Fall; denn obgleich der Chemiker, wenn er auf einige Zuverlässigkeit seiner Versuche Anspruch machen will, mit wenigen Ausnahmen alle seine Quantitäten durch das Gewicht bestimmt, so ist ihm dennoch auch die Kenntniſs von den Mitteln, geistige Flüssigkeiten nach dem Volumen zu beurtheilen, unentbehrlich: weil diese in den Künsten und Gewerben, wie im gemeinen Leben, nach dieser Ansicht beurtheilt, und nach Inhaltsmaſsen, d. i. nach dem Volumen, gekauft und verkauft werden.

§. 192.

1. Beurtheilung geistiger Flüssigkeiten in Mischungsverhältnissen nach dem Gewichte.

Um den normellen Alkokol-Gehalt in geistigen Flüssigkeiten nach Procenten des Gewichtes zu finden, verfährt man wie oben (§. 158 u. s. w.) bey der Erforschung der Massenver-

hältnisse in sauern Flüssigkeiten gelehrt worden ist. Man suchet nähmlich zuerst das spezifische Gewicht des Alkohols (§. 62 und 80.) und sieht dann in der Tabelle XXV. nach, auf wie viel Alkohol-Gehalt diefs deutet. Gesetzt man habe dasselbe bey + 14° Reaum. Temp. = 0,8902 gefunden, so ergibt sich also daraus, dafs die untersuchte Flüssigkeit in 100 Gewichtstheilen 62 Gewichtstheile, oder kürzer ausgedruckt, 0,62 (d. i. 62 pro Cent) Normal-Alkohol enthält. Eben so kann man aber auch, nach den oben angezeigten Rechnungsmethoden, mehr und minder verstärkte geistige Flüssigkeiten mit einander vergleichen, welches zu allem Ueberflusse durch folgendes Beyspiel erläutert werden soll.

Man brauchet zu irgend einer Absicht eine geistige Flüssigkeit von 0,906 *spezifischen Gewichts, und will sich diese durch Vermischung mit Wasser aus einem Weingeiste bereiten, dessen spezifisches Gewicht* = 0,868 *ist.*

Das spezifische Gewicht der Ersteren = 0,906 deutet nach der Tabelle XXV. auf 0,55 (55 pro Cent), das des Letzteren auf 0,71 Normal-Alkohols. Da nun bey der Vergleichung nur allein die Normal-Masse in Beziehung kommen kann; so stelle man die Rechnungsformel auf folgende Art:

Wie sich 55 *Theile Normal-Alkohols zu* 71 *Theilen desselben verhalten, so verhält sich auch das Produkt der Erstern* = 100 *Theilen* 55 *procentigen Weingeistes zum Produkte der Letzteren, d. i. zu jener Menge* 55 *procentigen Weingeistes, welche jene* 71 *Theile Alkohols mit der gehörigen Menge Wassers darstellen können.*

Oder durch die Regel de tri: (§. 22.)

$\overbrace{55 \text{ Theile}}^{\text{Normal-Alkohol}}$ geben $\overbrace{100 \text{ Theile}}^{\text{55 proc. Weingeist}}$, wie viel geben $\overbrace{71 \text{ Theile}}^{\text{Normal-Alkohol}}$?

```
      71
     100
55|7100|129
  |55  |
   160
   110
    500
    495
      5
```

71 Theile Normal-Alkohols geben also mit der gehörigen Menge Wassers vermischt 129$\frac{5}{55}$, oder auf den kleinsten Bruch zurück geführt, 129$\frac{1}{11}$ Theile eines verdünnten Geistes von der verlangten Qualität; man mufs demnach 100 Gewichtstheile des 71 procentigen Weingeistes mit 29$\frac{1}{11}$ Gewichtstheilen Wassers versetzen, um 129$\frac{1}{11}$ Gewichtstheile 55 procentigen Weingeist zu bekommen.

§. 193.

Sollte aber in der Aufgabe auch die Menge des zu verwendenden 55 procentigen Geistes vorgeschrieben worden seyn, und man wollte also nur gerade so viel, und weder mehr, noch weniger, z. B. 7½ Pfund von dieser Mischung bereiten; so kann auch dafür das Verhältnifs sehr leicht gefunden werden, indem man die obige Regel de tri mit einigen Abänderungen folgender Mafsen wiederhohlet:

$\overbrace{129\frac{1}{11} \ (= 129{,}09) \text{ Theile}}^{\text{55 proc. Weingeist}}$ erfordern $\overbrace{100 \text{ Theile}}^{\text{71 proc. Weingeist}}$, wie viel erfordern $\overbrace{7\frac{1}{2} \ (= 7{,}5) \text{ Theile}}^{\text{55 proc. Weingeist}}$?

```
            7,5
            100
129,09|750,00|5,81
      |64545 |
       104550
       103272
        12780 u. s. w. (§. 12.)
```

5,81 Pfunde eines 71 procentigen Weingeistes sind also zur Darstellung von 7½ Pfund 55 pro-

centigen Geistes hinreichend, und müssen zu diesem Ende mit 1,69 Pfund Wassers vermischt werden; denn 1,69 + 5,81 = 7,50 = 7½.

§. 194.

Auf eben diese Weise kann man nun auch in jedem andern Falle von schwächerem auf stärkeren Weingeist, und von diesem auf jenen zurück schliefsen, wenn man sich die oben (§. 158 u. s. f.) angezeigten Regeln eigen gemacht hat, und sie jedes Mahl zweckmäfsig anwendet.

§. 195.

2) Beurtheilung geistiger Flüssigkeiten in Mischungsverhältnissen nach Inhaltsmafsen.

Ganz anders hingegen verhält es sich mit der Beurtheilung geistiger Flüssigkeiten nach Mafsen oder nach dem Volumen; denn es entstehen, so oft Alkohol und Wasser nach Mafsen vermischt werden, Mischungen, die bey gleichen Zahlenverhältnissen von jenen nach dem Gewichte zusammen gesetzten eben so verschieden sind, als das spezifische Gewicht des Wassers von dem des Alkohols. Auch ergeben sich dabey ganz eigene Raumveränderungen, die alle Mahl mit in Betrachtung gezogen werden müssen. Wenn man ein Pfund Wasser und ein Pfund Alkohol mit einander vermischt, so hat man zwey Pfund, und wenn man zwey Pfund einer solchen Mischung in ihre Bestandtheile zerlegt, so weifs man, ohne sich um das Volumen zu bekümmern, dafs die Edukte, vorausgesetzt, dafs man durch die Operation keinen Abgang erleide, ein Pfund Alkohol und ein Pfund Wasser seyn werden. Nicht so ist es aber, wenn diese Mischung nach dem Volumen gemacht wird. Ein Mafs Alkohol mit ein Mafs Wasser gemischt, geben immer weniger als zwey Mafs; denn während der gegenseitigen Auflösung dieser beyden Flüssigkeiten werden ihre Capazitäten für den Wärmestoff beträchtlich vermindert, es gehet fühlbare Wärme aus der Mischung hinweg, und es erfolgt eben dadurch eine beträchtliche Verdichtung oder Vermehrung des spezifischen Gewichts, oder, was eben dasselbe ist, eine gleichmäfsige Verminderung des Volumens (§. 126.); so wie im Gegentheile, wenn zwey Mafs einer solchen Mischung in ihre Bestandtheile zerlegt werden, aus gleichen Gründen die Summe der Voluminum dieser Edukte gröfser seyn wird, als das Volumen der Mischung vor der Zerlegung gewesen ist. Wenn folglich in geistigen Flüssigkeiten die Massenverhältnisse nach dem Volumen, oder nach Mafsen, beurtheilt werden sollen, so ist es nothwendig, dafs man über die Gröfse jener Raumveränderungen, die bey verschiedenen Mischungsverhältnissen sehr verschieden sind, genau unterrichtet sey, um dadurch mit möglichster Sicherheit bey Zusammensetzungen aus Alkohol und Wasser, wie bey der Zerlegung solcher Mischungen, die den Produkten dieser Versuche zukommenden neuen Volumina vorher bestimmen zu können.

§. 196.

Die Gröfse der Volumens-Veränderungen, welche fast alle Zusammensetzungen aus zwey verschiedenen Körpern überhaupt, und vorzüglich auch die aus Alkohol und Wasser, während der gegenseitigen Vereinigung erleiden, kann aber auf zwey verschiedenen Wegen gefunden werden, nähmlich: entweder durch unmittelbare Abmessung der Voluminum, vor und nach der Vermischung, oder durch Rechnung, indem man aus der Summe der Voluminum und aus der Summe der absoluten Gewichte der einzelnen Bestandtheile die geometrische Mittelzahl, d. i. das spezifische Gewicht, so wie es seyn würde, wenn keine Raumveränderung erfolgen sollte, und welches ich um der Kürze willen das hypothetische nennen, suchet, dieses dann mit dem wahren spezifischen Gewichte vergleichet, und endlich aus beyden die geschehene Raumveränderung folgert. Das erste Verfahren, so einfach dasselbe auch scheinen mag, ist mit vielen Schwierigkeiten verknüpft und schwankend, und daher nicht zu empfehlen. Sicherer gehet man in der Befolgung des Letztern, welches also auch hier zur Anwendung gebracht werden soll. Was man übrigens dabey zu beobachten habe, wird sich am besten durch ein Beyspiel zeigen lassen.

§. 197.

α) Es sey das hypothetisch-spezifische Gewicht einer Mischung aus gleichen Theilen Alkohols und Wassers, und die während der Vermischung entstandene Volumens-Veränderung zu finden.

Wenn das Volumen des Wassers = 1 angenommen wird, so mufs dem in der Aufgabe

vorgeschriebenen Mischungsverhältnisse gemäfs, das Volumen des Alkohols ebenfalls = 1, und folglich das Gesammt-Volumen = 2 seyn.

Eben so wird, wenn das absolute Gewicht des Wassers = 1 gesetzt wird, das absolute Gewicht eines gleichen Volumens Alkohols (§ 52.) nur 0,7932, und mithin die Summe dieser absoluten Gewichte = 1,7932 seyn müssen.

Aus diesen Zahlen formire man nun folgende goldene Regel (§. 22.):

Wie sich verhält die Summe der Voluminum zweyer Bestandtheile, = 2, zur Summe ihrer absoluten Gewichte = 1,7932; so verhält sich auch das spezifische Gewicht des Wassers = 1 zum gesuchten hypothetisch-spezifischen Gewichte der Mischung.

Oder durch die Regel de tri.

2 geben 1,7932, wie viel gibt 1?

```
2 1,7932 0,8966
  16
  ---
   19
   18
   ---
    13
    12
    ---
     12
     12
     ---
      -
```

0,8966 würde demnach das spezifische Gewicht der Mischung seyn, wenn diese, während der gegenseitigen Vereinigung ihrer Bestandtheile keine Volumens-Veränderung erleiden sollte. Die Erfahrung lehrt aber, dafs das spezifische Gewicht einer Mischung aus gleichen Theilen Alkohols und Wassers beträchtlich, und zwar bis zu 0,9303 (man sehe die Tabelle XXVI.) vermehrt wird; woraus denn folgt, dafs auch das Volumen gleichmäfsig vermindert werden mufs. Um nun auch die Gröfse dieser Raumveränderung finden und in Zahlen ausdrucken zu können, wiederhohle man die Verhältnifsregel wie folgt (§. 22.):

Wie sich verhält das wahre spezifische Gewicht der Mischung = 0,9303 zum hypothetischen = 0,8966, so verhält sich auch das Gesammt-Volumen der einzelnen Bestandtheile zum Volumen der Mischung.

Oder durch die Regel de tri:

0,9303 geben 0,8966, wie viel geben 100?

```
              100
0,9303 | 0,896600 | 96
         83727
         -----
          59330
          55818
          -----
           3512
```

Eine aus gleichen Volumens-Theilen Normal-Alkohols und Wassers zusammen gesetzte Mischung wird also, wenn die Summe der Voluminum vor der Vermischung = 100 Mafs gewesen ist, nach der Vermischung nur den Raum von $96\frac{3512}{9303}$ Mafs einnehmen, und folglich an ihrem Volumen $3\frac{5791}{9303}$ Mafs verlohren haben.

§. 198.

Nach der in diesem Beyspiele zur Ausführung gebrachten Methode kann man nun auch für alle andere zwischen Alkohol und Wasser denkbare Mischungsverhältnisse die Verdichtung und mithin auch die Raumveränderung finden, so bald in den beyden angeführten Verhältnifsregeln die den zu beurtheilenden Massenverhältnissen entsprechenden Zahlen gebraucht werden. In der Tabelle XXVII. findet man solche Berechnungen, die ich durch alle Mischungsverhältnisse von fünf zu fünf Procenten vorgenommen habe, aufgestellt, und in den fünf ersten Spalten der Tabelle XXVIII. durch Proportional-Eintheilung bis auf alle einzelne Procente ausgeführt. Die letztere unter diesen beyden Tabellen gewährt in der Praxis eine überaus grofse Bequemlichkeit; denn es kann durch dieselbe, wie sich in den hier folgenden Beyspielen, zur Beurtheilung geistiger Flüssigkeiten nach Inhaltsmafsen, zeigen wird, bey jedem anzustellenden Versuche die zweymahlige Wiederhohlung der Regel de tri erspart werden.

§. 199.

β) Man soll in einer geistigen Flüssigkeit, deren spezifisches Gewicht = 0,8508 ist, das Mischungsverhältniſs zwischen Alkohol und Wasser nach Inhaltsmaſsen finden.

Diese Aufgabe und alle ähnliche Fragen lassen sich aus der auf die Erfahrung gegründeten Tabelle XXVI. sehr leicht und bloſs dadurch beantworten, daſs man in der dritten Spalte das angezeigte spezifische Gewicht aufsuchet, und dann nachsieht, welchen Massenverhältnissen dasselbe gegen über stehet. Das spezifische Gewicht = 0,8508 deutet nach dieser Tabelle auf 0,82 Alkohols und 0,18 Wassers: eine geistige Flüssigkeit von dieser Qualität ist also = einer Zusammensetzung aus 82 Maſs Alkohols und 18 Maſs Wasser.

Sehr vorsichtig hat man aber darauf zu sehen, daſs man solche Aufgaben nicht mit denen verwechsele, die der Gegenstand des folgenden Paragraphs seyn werden; denn, wenn gleich die beyden Fragen: Welches ist das Mischungsverhältniſs? und: Wie viel ist der Alkohol-Gehalt? bey der Beurtheilung nach Gewichtstheilen als gleich bedeutend angesehen werden können, so sind sie dagegen bey der Beurtheilung nach Inhaltsmaſsen sehr verschieden, weil hier diejenige Gröſse, nach welcher das Urtheil bemessen wird, nähmlich das Volumen, so vielen Veränderungen unterworfen ist, als Mischungsverhältnisse gedacht werden können, und also eine und dieselbe Menge Alkohols, je nachdem sie mit mehr oder weniger Wasser in Verbindung stehet, bey gleicher Temperatur bald geringere, bald gröſsere Räume ausfüllen kann.

§. 200.

γ) Es sey die Menge des in 100 Maſs einer geistigen Flüssigkeit von 0,8508 spezifischen Gewichts enthaltenen Normal-Alkohols nach Maſsen, also nach dem Volumen zu bestimmen.

0,8508 deutet nach der Tabelle XXVI. auf das Mischungsverhältniſs von 0,82 Alkohols zu 0,18 Wassers. Allein eine Mischung von 82 Volumens-Theilen Alkohols und 18 Volumens-Theilen oder Maſsen Wassers gibt, da während der Vermischung eine Verdichtung und also auch eine Volumens-Veränderung Statt findet, nicht mehr 100, sondern, wie man (§. 198.) in der Tabelle XXVIII. finden kann, nur 97,592 Maſs; und es müssen folglich in 100 Maſs einer Flüssigkeit von diesem spezifischen Gewichte mehr als 82 Maſs Normal-Alkohols enthalten seyn. Um nun die Gröſse dieser Menge genau zu erfahren, bediene man sich der folgenden Formel (§. 22.).

Wie sich das Volumen des Weingeistes = 97,592 zum Volumen von 100 Maſs desselben verhält; so verhalten sich auch 82 Maſs im erstern enthaltenen Normal-Alkohols zu jener Menge, die in 100 Maſs enthalten ist.

Oder durch die Regel de tri:

```
Weingeist v. 0,8508 sp. Gew.        Alkohol        Weingeist v. 0,8508 sp. Gew.
97,592 Maſs enthalten               82 Maſs, wie viel enthalten 100 Maſs?

                82
                100
        97,592|8200000|84,023
              |780736 |
                392640
                390368
                 227200
                 195184
                  320160
                  292776
                   27384 u. s. w.
```

100 Maſs einer dem Volumen nach im Verhältnisse von 0,82 Alkohols zu 0,18 Wassers zusammen gesetzten Flüssigkeit enthalten also 84,023 Maſs Normal-Alkohols.

§. 201.

Durch eben diese Regel können auch alle andere mehr und weniger konzentrirte Flüssigkeiten beurtheilt werden, so bald man ihre Volumina, so wie sie nach der Vermischung zu

seyn pflegen, und in der fünften Spalte der Tabelle XXVIII. verzeichnet sind, in das erste Glied der Regel de tri, das diesen Größen entsprechende Alkohol-Quantum aber in das zweyte Glied setzet und übrigens wie oben verfährt. Ich habe diese Berechnung durch alle Mischungsverhältnisse durchgeführt, und weil sie bey jeder Beurtheilung geistiger Flüssigkeiten nach dem Volumen in Beziehung kommen muſs, ihre Resultate, zur Vereinfachung dahin gehöriger Untersuchungen in die sechste Spalte der Tabelle XXVIII. eingetragen; wo man nun, so oft es nöthig ist, nur nachschlagen, und also die Anwendung aller obigen Formeln jedes Mahl ersparen kann.

§. 202.

Oft ergeben sich in der Praxis Fälle, in denen man nicht geradezu den Alkohol-Gehalt von 100 Maſs, sondern von gröſseren oder geringeren Mengen auszumitteln hat. In solchen Fällen löset man die Aufgabe durch die Wiederhohlung der Regel de tri. Gesetzt, es sey im obigen Beyspiele (§. 200) der Alkohol-Gehalt in 37 Maſs zu finden gewesen; so sage man also, indem man sich auf die dort gefundenen Resultate stützet:

100 Maſs (Weingeist v. 0,8508 sp. Gew.) enthalten 84,023 Maſs (Alkohols); wie viel enthalten 37 Maſs (Weingeist v. 0,8508 sp. Gew.)?

```
              84,023
                  37
             588 161
            2520 69
(§. 18.) 100|3108,851|31,08851 = 31,09 (§. 12.)
```

37 Maſs des zu beurtheilenden Weingeistes werden demnach 31,09 Maſs Normal-Alkohols enthalten.

§. 203.

b) Es soll die Menge des in 100 Maſs irgend einer geistigen Flüssigkeit enthaltenen Wassers nach dem Volumen bestimmt werden.

Zur Lösung dieser wie aller ähnlichen Aufgaben bediene man sich ebenfalls des vorhin (§. 200.) gezeigten Verfahrens; nur mit dem Unterschiede, daſs man hier, statt des Alkohol-Gehaltes, den Wassergehalt in Beziehung bringet. Wenn man annimmt, daſs das spezifische Gewicht der zu untersuchenden Flüssigkeit = 0,8508 sey, so würde die goldene Regel folgender Maſsen zu stellen seyn:

Wie sich das Volumen der geistigen Flüssigkeit, = 97,592 Maſs, zum Volumen = 100 Maſs verhält; so verhält sich auch die Menge des in ersterem enthaltenen Wassers (Tabelle XXVI.) = 18 Maſs zu jener Menge, die in 100 Maſs enthalten ist und gesucht wird.

Oder durch die Regel de tri (§. 22.):

97,592 Maſs (Weingeist v. 0,8508 sp. Gew.) enthalten 18 Maſs (Wasser), wie viel enthalten 100 Maſs (Weingeist v. 0,8508 sp. Gew.)?

```
                 100
97,592|1800000|18,44
       97592
       824080
       780736
        433440
        390368
         430720
         390368
          40352 u. s. w.
```

100 Maſs eines Weingeistes von der angezeigten Stärke enthalten also 18,44 Maſs Wassers.

Auch diese Berechnung habe ich durch alle Mischungsverhältnisse durchgeführt, und ihre Resultate in der siebenten Spalte der Tabelle XXVIII. verzeichnet; denn so oft man

von stärkern auf schwächere geistige Flüssigkeiten schliefsen will, ist es nothwendig, dafs man, nebst dem Volumen des in der stärkern Flüssigkeit enthaltenen Alkohols, auch das Volumen des Wassers wisse, und man erspart sodann durch diese Vorarbeit, wie wir späterhin sehen werden, neuerdings bey jeder Aufgabe die Ausführung einer Regel de tri.

§. 204.

Sollte aber bey solchen Aufgaben der Wassergehalt nicht gerade in 100 Mafs, sondern in einer gröfseren oder geringeren Menge, z. B. in $72\frac{1}{2}$ Mafs jener Flüssigkeit zu erforschen seyn, so kann auch diese Absicht, wie vorhin (§. 202.), sehr leicht dadurch erreicht werden, dafs man mit den eben gefundenen Resultaten (§. 203.) die Rechnungsformel, wie folgt, wiederhohlet:

Weingeist v. 0,8508 sp. Gew. — Wasser — Weingeist v. 0,8508 sp. Gew.

100 Mafs enthalten 18,44 Mafs, wie viel enthalten $72\frac{1}{2}$ Mafs?

```
                18,44
                 72,5
                 9220
                3688
               12908
(§. 18.) 100|1336900|13,369 = 13,37 (§. 12,).
```

$72\frac{1}{2}$ Mafs jenes Weingeistes enthalten dem zu Folge 13,37 Mafs Wassers.

Dafs man auf eben diese Art auch in jedem andern Mischungsverhältnisse die wahre Menge des Wassers erforschen könne, darf wohl kaum erwähnt werden.

§. 205.

Man wird aus dem Vorhergegangenen eingesehen haben, dafs die Beurtheilung geistiger und überhaupt zusammen gesetzter Flüssigkeiten nach dem Volumen mit weit mehreren Schwierigkeiten verknüpft ist, als jene nach dem Gewichte, und dafs alle diese Schwierigkeiten aus der grofsen Mannigfaltigkeit der dabey in Beziehung kommenden Raumveränderungen entspringen. Allein man wird sich aus den vorausgeschickten einfachen Beyspielen (§. 197 bis 204.) auch belehrt haben, dafs man mit den dort gezeigten Hülfsmitteln dennoch eben so sicher, wie bey der Beurtheilung nach dem Gewichte, solche Flüssigkeiten auch nach dem Volumen beurtheilen, und also von minder konzentrirten auf stärkere, und von diesen auf jene schliefsen, und sie gegenseitig mit einander vergleichen könne. Wir wollen dieses in einigen komplizirtern Aufgaben versuchen.

§. 205.

ε) Von minder konzentrirten auf konzentrirtere geistige Flüssigkeiten zu schliefsen.

Dieser Fall kommt in der Praxis sehr häufig vor; denn nicht selten bereitet man durch die Rektifikation aus schwachen geistigen Flüssigkeiten stärkere; und dabey ist es oft von sehr grofsem pecuniärem Interesse, zu wissen, wie grofs das Edukt einer solchen Operation seyn werde? Alle solche Aufgaben können indessen mit Hülfe der Tabelle XXVIII. sehr bald beantwortet werden, wenn man in dieser den wahren Alkohol-Gehalt der beyden zu vergleichenden Flüssigkeiten aufsuchet und dann berechnet, wie viel die in der schwächern Flüssigkeit enthaltene Menge Alkohols im Mischungsverhältnisse der stärkern liefern kann.

Wir setzen den Fall, man habe einen Branntwein, dessen spezifisches Gewicht bey $+ 14°$ Reaum. Temp. $= 0,891$ sey, und wolle nun ausmitteln, wie viel man aus 100 Mafs dieser Flüssigkeit, durch die Rektifikation, an einem stärkern Weingeiste, dessen spezifisches Gewicht wir $= 0,850$ annehmen, ziehen könne?

Das spezifische Gewicht $= 0,891$ deutet, nach der Tabelle XXVIII., auf ein Mischungsverhältnifs des Alkohols zum Wasser, $= 0,67 : 0,33$ (0,67 zu 0,33), das spezifische Gewicht $= 0,850$ hingegen nahe auf das Verhältnifs $= 0,82 : 0,18$.

Die erste unter diesen beyden Flüssigkeiten enthält also, nach eben derselben Tabelle, in 100 Mafs 69,306 Mafs Alkohols, die letztere hingegen in derselben Menge 84,023 Mafs.

Aus diesen beyden gegebenen Gröfsen läfst sich nun leicht auch die dritte unbekannte folgern, indem man sich der nachstehenden goldenen Regel bedient (§. 22.).

Wie sich 84,023 Mafs Alkohols zu 69,306 Mafs desselben verhalten; so verhalten sich auch 100 Mafs einer geistigen Flüssigkeit von 0,850 spezifischen Gewichts zu jener gesuchten Menge, deren Alkohol-Gehalt 69,306 Mafs beträgt.

Oder durch die Regel de tri

Alkohol — Weingeist v. 0,850 sp. Gew. — Alkohol

84,023 Mafs geben 100 Mafs, wie viel geben 69,306 Mafs?

```
                69,306
                   100
84,023 | 6930600 | 82,48
         672184
         ------
          208760
          168046
          ------
           407140
           336092
           ------
            710480
            672184
            ------
             38296 u. s. w.
```

100 Mafs einer geistigen Flüssigkeit von 0,891 spezifischen Gewichts werden also, wenn sie durch die Rektifikation bis dahin verstärkt werden, dafs ihr spezifisches Gewicht = 0,850 ist, nur 82,48 Mafs geben können.

§. 207.

Sollte aber das zu beurtheilende Quantum der geistigen Flüssigkeit mehr oder weniger als 100 Mafs, und z. B. 153 Mafs betragen, so kann auch in diesem Falle, wie in den vorhergegangenen Beyspielen gelehrt worden ist, die Antwort dadurch gefunden werden, dafs man mit den zuletzt gefundenen Gröfsen (§. 206.) die Regel de tri neuerdings folgender Gestalt anwendet:

Weingeist v. 0,891 sp. Gew. — Weingeist v. 0,850 sp. Gew. — Weingeist v. 0,891 sp. Gew.

100 Mafs geben 82,48 Mafs, wie viel geben 153 Mafs?

```
              82,48
                153
              -----
              24744
             41240
             8248
             ------
(§. 18.)  100 | 1261944 | 126,1944 (§. 12.) = 126,19
```

153 Mafs des in der Frage stehenden Branntweins können demnach nur 126,19 Mafs Weingeist von 0,850 spezifischen Gewichts geben.

§. 208.

Wie man das hier ausgeführte Beyspiel auch auf alle anderen ähnlichen Fälle anwenden soll, wird jedermann sehr bald finden können. Man vergesse aber dabey nie auf den Umstand, dafs die Lösung solcher Aufgaben auf den wirklich im schwächern Weingeiste vorhandenen Alkohol-Gehalt und auf die Voraussetzung gebauet ist, dafs bey der Rektifikation geistiger Flüssigkeiten die ganze in denselben enthaltene Masse des Alkohols unverändert in das Edukt hinüber gehe, und also nichts in Verlust gerathe. Dieses läfst sich indessen nur bey höchst sorgfältig angestellten Versuchen erwarten, und selbst bey diesen nur in so fern, als der Alkohol, was jedoch noch nicht untersucht worden ist, während der Destillation nicht zum Theile zersetzt wird, wie man aus einigen Erfahrungen wohl vermuthen könnte. Aber wenn diefs Letztere auch nicht der Fall wäre, so ist es bey der gewöhnlichen Destillations-Methode kaum zu vermeiden, dafs nicht von der Masse des Alkohols etwas an die Atmosphäre verloren werde. Die Klugheit erfordert es daher, dafs man in solchen Fällen, und besonders dann, wenn die Ankaufs- oder Verkaufspreise geistiger Flüssigkeiten durch solche Rechnungen beleuchtet werden sollen, nebst den Rektifikations-Kosten auch diesen Verlust mit in Anschlag bringe.

§. 209.

ξ) Von konzentrirteren auf minder konzentrirte geistige Flüssigkeiten zu schliefsen.

Auch dieser Fall findet in der pharmazeutisch-chemischen, wie in der technischen Praxis nicht selten Statt; weit öfter kann er aber künftighin im gemeinen Leben und im Handel vorkommen, wenn man einst den grofsen Nutzen einsehen wird, den eine richtige Beurtheilung geistiger Flüssigkeiten dem Oekonomen wie dem Handelsmanne gewähren kann.

Man gehet übrigens, bey der Lösung aller hierher gehörigen Aufgaben, ebenfalls von jenen Grundsätzen aus, die in vorhergegangenen Beyspiele (§. 206.) befolgt worden sind; indem man den wahren Alkohol-Gehalt der beyden zu vergleichenden Flüssigkeiten durch die Tabelle XXVIII. ausmittelt, und dann aus dem Gehalte der stärkeren folgert, wie viel sie, mit der gehörigen Menge Wassers vermischt, von der schwächeren werde liefern können. Es müssen aber in solchen Fällen immer auch die mit diesen geistigen Flüssigkeiten zu vermischenden Volumina des Wassers insbesondere aufgefunden werden; denn diese lassen sich wegen der während der Vermischung eintretenden Raumveränderungen nicht wie oben (§. 192.) bey der Beurtheilung nach dem Gewichte blofs durch eine Subtraktion finden.

§. 210.

Zum erläuternden Beyspiele setzen wir, man habe eine geistige Flüssigkeit von 0,815 spezifischen Gewichts, aus welcher man durch Vermischung mit Wasser eine andere von 0,886 spezifischen Gewichts bereiten wolle, und es entstehe nun die Frage: wie viel man aus 100 Mafs erhalten werde?

Das spezifische Gewicht = 0,815 deutet nach der Tabelle XXVIII. auf ein Mischungsverhältnifs des Alkohols zum Wasser = 0,94 : 0,06 (d. i, 0,94 zu 0,06.); jenes = 0,886 hingegen auf ein Verhältnifs = 0,69 : 0,31.

Die erste dieser Flüssigkeiten enthält demnach, wie man in eben derselben Tabelle findet, in 100 Mafs 95,118 Mafs Alkohols, die letztere hingegen in einer gleichen Menge nur 71,310 Mafs.

Aus diesen beyden bekannten Zahlen bilde man nun, um auch die dritte zu erforschende und unbekannte zu finden, folgende goldene Regel (§. 22.).

> *Wie sich* 71,310 *Mafs Alkohols zu* 95,118 *Mafs desselben verhalten, so verhalten sich auch* 100 *Mafs einer Flüssigkeit von* 0,886 *spezifischen Gewichts zu jener Menge, einer gleich hoch konzentrirten Flüssigkeit, welche aus* 95,118 *Mafs Alkohols, mit einer hinreichenden Menge Wassers vermischt, bereitet werden kann.*

Oder durch die Regel de tri: (§. 22.)

71,310 Mafs (Alkohol) geben 100 Mafs (Weingeist v. 0,886 sp. Gew.), wie viel geben 95,118 Mafs (Alkohol)?

```
           95,118
              100
71,31(0 | 951180(0 | 133,38
        | 7131
          23808
          21393
           24150
           21393
            27570
            21393
             61770
             57048
              4722 u. s. w.
```

100 Mafs des stärkern Weingeistes werden also, mit der gehörigen Menge Wassers vermischt, an einem schwächeren von der angezeigten Art 133,38 Mafs geben.

§. 211.

Um nun auch die Menge des hinzu zu setzenden Wassers zu finden, formire man aus dem Alkohol-Gehalt der stärkern Flüssigkeit = 95,118 und aus jenen beyden Zahlen, die das

Mischungsverhältnifs des zu bereitenden schwächern Geistes bezeichnen, neuerdings eine goldene Regel. Jenes Mischungsverhältnifs ist = 0,69 Alkohol zu 0,31 Wasser; man setze also:

Wie sich 69 Mafs Alkohols zu 95,118 Mafs desselben verhalten, so verhalten sich auch 31 Mafs Wassers zu jener Menge desselben, die hinreichend ist, um mit 95,118 Mafs Alkohols eine Mischung von der verlangten Qualität hervor zu bringen.

Oder durch die Regel de tri (§. 22.):

$\underbrace{69}_{\text{Alkohol}}$ Mafs erfordern $\underbrace{31}_{\text{Wasser}}$ Mafs, wie viel erfordern $\underbrace{95{,}118}_{\text{Alkohol}}$ Mafs?

```
      95,118
          31
      ------
       95118
     285354
     ------
69|2948,658|42,734
  |276
   ---
    188
    138
    ---
     506
     483
     ---
      235
      207
      ---
       288
       276
       ---
        12 u. s. w.
```

95,118 Mafs Alkohols erfordern also 42,734 Mafs Wassers, um eine Flüssigkeit von dem vorgeschriebenen spezifischen Gewichte = 0,886 zu bilden. In 100 Mafs der zu schwächenden Flüssigkeit sind aber, wie man in den beyden letzten Spalten der Tabelle XXVIII. sehen kann, aufser jenen 95,118 Mafs Alkohols auch bereits 6,071 Mafs Wassers enthalten, und es dürfen derselben also, nachdem diese von dem Resultate der Rechnung abgezogen worden sind,

```
 42,734
  6,071
 ------
 36,663
```

nur noch 36,663 Mafs Wassers zugesetzt werden, wenn das Produkt die verlangten Eigenschaften besitzen soll. 100 Mafs und 36,663 Mafs machen aber zusammen genommen 136,663 Mafs aus; und diese Mischung verliert folglich, da ihr Produkt nur (§. 210.) 133,38 Mafs beträgt an ihrem Volumen 3,283 Mafs.

§. 212.

Oft fügt es sich, dafs die darzustellenden Volumina der auf einen mindern Alkohol-Gehalt herab zu setzenden oder herab gesetzten Flüssigkeiten nicht der Willkühr oder dem Zufalle überlassen, sondern auf eine bestimmte Anzahl von Mafsen festgesetzt sind. In solchen Fällen findet man, wie bereits in mehreren vorausgegangenen Beyspielen dieser Art gezeigt worden ist, die Beantwortung der beyden Fragen, indem man die Regel de tri mit den vorhin gefundenen Resultaten (§. 210. 211.) wiederhohlet.

Gesetzt, es entstehe die Frage: wie viel man aus 73 Mafs des vorerwähnten stärkeren Weingeistes an schwächerem der benannten Art erhalten werde? so stelle man die Rechnung also:

$\underbrace{100 \text{ Mafs}}_{\text{Weingeist v. 0,815 sp. Gew.}}$ geben $\underbrace{133{,}38 \text{ Mafs}}_{\text{Weingeist v. 0,886 sp. Gew.}}$, wie viel geben $\underbrace{73 \text{ Mafs}}_{\text{Weingeist v. 0,815 sp. Gew.}}$?

```
             133,38
                 73
             ------
             400 14
            9336 6
(§. 18.) 100|9736,74|97,3674 = (§. 12.) 97,37;
```

eben so sage man auch:

(Weingeist v. 0,815 sp. Gew.) 100 Maſs erfordern (Wasserzusatz) 36,663 Maſs, wie viel erfordern (Weingeist v. 0,815 sp. Gew.) 73 Maſs?

```
                     36,663
                         73
                    -------
                    109 989
                    2566 41
(§. 18.)    100|2676,399|26,76399 = (§. 12.) 26,76.
```

73 Maſs des stärkern Weingeistes, von 0,815 spezifischen Gewichts werden also 97,37 Maſs des schwächern von 0,886 spezifischen Gewichts liefern können, und zu dem Ende mit 26,76 Maſs Wassers versetzt werden müssen. 73 und 26,76 Maſs machen aber zusammen addirt 99,76 Maſs aus; und das Volumen wird folglich, da das Produkt nur 97,37 Maſs gleich ist, während der Vermischung um 2,39 Maſs vermindert worden seyn.

Oder: es sey im Gegensatze vorgeschrieben, daſs man 60 Maſs jener Mischung bereiten solle, und es entstehe demnach die Frage: wie viel stärkerer Weingeist und wie viel Wasser dabey erforderlich seyn werde? In diesem Falle werden, aus begreiflichen Ursachen, die Glieder der Regel de tri so versetzt (§. 210. 211.):

(Weingeist v. 0,886 sp. Gew.) 133,38 Maſs enthalten (Weingeist v. 0,815 sp. Gew.) 100 Maſs; wie viel enthalten (Weingeist v. 0,886 sp. Gew.) 60 Maſs?

```
              100
               60
       --------------
133,38|6000,00|44,98
      |53352  |
       66480
       53352
        131280
        120042
        112380
        107704
          4676 u. s. w.
```

Ferner:

(Weingeist v. 0,886 sp. Gew.) 133,38 Maſs enthalten (Wasserzusatz) 36,663 Maſs, wie viel enthalten (Weingeist v. 0,886 sp. Gew.) 60 Maſs?

```
            36,663
                60
       ---------------
133,38|2199780|16,49
      |13338  |
       86598
       80028
        65700
        53352
        123480
        120042
          3438 u. s. w.
```

Es werden folglich zur Bildung von 60 Maſs eines Weingeistes von 0,886 spezifischen Gewichts, 44,98 Maſs Weingeistes von 0,815 spezifischen Gewichts und 16,49 Maſs Wassers erforderlich seyn, und dabey, weil 44,98 + 16,49 = 61,47 Maſs sind, während der Vermischung 1,47 Maſs am Volumen verloren gehen.

§. 213.

Nicht alle Mahl wird indessen bey solchen Mischungen das Volumen vermindert; sondern es geschieht wohl auch manches Mahl das Gegentheil, indem diese Verbindungen Räume einnehmen, die gröſser sind, als die Summe der Voluminum ihrer Bestandtheile vor der Vermischung

gewesen waren. Das erstere erfolgt in jenen Fällen, wo zusammen gesetzte Flüssigkeiten aus einem Mischungsverhältnisse, in welchem ihre Bestandtheile minder verdichtet gewesen sind, in ein solches versetzt werden, in welchem ein höherer Grad der Verdichtung obwaltet; das Letztere hingegen geschieht unter entgegen gesetzten Umständen, dann nähmlich, wenn die Mischungsverhältnisse jener Flüssigkeiten solche Veränderungen erleiden, daſs ihre Bestandtheile in den neuen Mischungen weniger verdichtet sind, als sie im vorigen Zustande verdichtet gewesen waren, und wenn dabey die Verdichtung in den zu vermischenden Flüssigkeiten gröſser gewesen ist, als jene, die in der ganzen Summe des Produkts, nach Maſsgabe des neuen Mischungsverhältnisses, Statt haben kann. Ein Beyspiel der ersten Art ist vorhin (§. 210 — 212.) ausgeführt werden; ein anderes der zweyten Art hingegen, wobey das Volumen zunimmt, wird hier um so gewisser nicht am unrechten Platze stehen, als dasselbe eine Erscheinung beleuchten kann, welche manchem bey dem ersten Anblicke sehr sonderbar vorkommen dürfte.

Wir setzen zu dieser Absicht: Es sey aus einer geistigen Flüssigkeit von 0,958 spezifischen Gewichts eine schwächere Flüssigkeit von 0,9929 spezifischen Gewichts zu bereiten, und es entstehe demnach die Frage: wie viel man aus 100 Maſs der ersteren erhalten, und wie viel Wasserzusatz dabey nöthig seyn werde?

Diese beyden spezifischen Gewichte deuten nach der Tabelle XXVIII. auf 36,146 und 5,016 wahren Alkohol-Gehalt in 100 Maſs jener Flüssigkeiten, und die Antworten auf die obigen Fragen werden folglich, nach Anleitung des vorigen Beyspiels (§. 210.), durch nachstehende beyde Rechnungsformeln zu finden seyn.

5,016 Maſs (Alkohol) geben 100 Maſs (Weingeist v. 0,9929 sp. Gew.), wie viel geben 36,146 Maſs (Alkohol)?

```
          36,146
             100
5,016 | 3614,600 | 720,61
        35112
         10340
         10032
           30800
           30096
            7040
            5016
            2024 u. s. w.
```

Ferner:

5 Maſs (Alkohol) erfordern 95 Maſs (Wasserzusatz), wie viel erfordern 36,146 Maſs (Alkohol)?

```
      36,146
          95
      180730
     325314
5 | 3433870 | 686,774 hiervon bereits im Weingeiste enthaltene
    30        67,128 Maſs Wassers abgezogen, so bleiben noch
     43      619,646 Maſs hinzu zu setzen.
     40
      33
      30
       38
       35
        37
        35
         20
         20
          -
```

100 Maſs eines Weingeistes von 0,958 spezifischen Gewichts werden also an einer geistigen Flüssigkeit von der verlangten Qualität 720,61 Maſs liefern können, und zu dem Ende mit 686,774, weniger 67,128 Maſs bereits in jener Flüssigkeit enthaltenen Wassers, also mit

619,646 Mafs Wassers zu vermischen seyn. 100 und 619,646 Mafs machen aber zusammen addirt

619,646
100,000
719,646,

719,646 Mafs aus, und das Volumen wird folglich, da dasselbe nach der obigen Berechnung 720,61 beträgt,

720,610
719,646
0,964

um 0,964 Mafs gröfser geworden seyn.

§. 214.

Aus diesen Raumveränderungen läfst sich aber für die Praxis manche gute Lehre ziehen. Sie sind nicht nur überaus wichtig durch ihren grofsen Einflufs auf die Geldverhältnisse; sondern sie verdienen eben so sehr in Absicht ihrer Wirkungen auf jene Gefäfse, in welchen die denselben unterworfenen Flüssigkeiten aufbewahrt werden, unsere ganze Aufmerksamkeit; denn das Volumen der letztern möge nun zu oder abnehmen, immer werden dabey die Gefäfse, wofern sie verschlossen sind, gefährdet; und dieser Gefahr können sie um so leichter ausgesetzt werden, weil jene Raumveränderungen nicht plötzlich und unmittelbar nach der Vermischung, sondern immer später und nur nach und nach erfolgen. Es entstehet nähmlich in jenen Fällen, wo das Volumen vermindert werden soll, bey der Vermischung alsogleich so viel freye Wärme, als nöthig ist, um das Volumen im ersten Augenblicke bey der vorigen Ausdehnung zu erhalten, und die Verminderung desselben gehet nur nach und nach in dem Mafse vor sich, als Wärme an die Atmosphäre abgesetzt wird, und kann eben darum nur dann als vollendet angesehen werden, wenn die Flüssigkeit auf die Temperatur der Atmosphäre herab gesunken ist: so wie im Gegentheile in solchen Mischungen, in denen eine Vergröfserung des Volumens Statt findet, Kälte entstehet, und also die Zunahme desselben ebenfalls nur nach und nach, und zwar in demselben Verhältnisse, in welchem Wärme aus der Atmosphäre angezogen wird, erfolgen kann. Wenn man nun solche Flüssigkeiten sogleich nach der Vermischung in wohl verschlossenen, vorzüglich aber gläsernen und vollgefüllten Gefäfsen aufbewahren will, so ist wohl nichts natürlicher, als dafs diese Gefäfse, je nachdem das Volumen gröfser oder kleiner wird, entweder durch die Ausdehnung des Inhalts oder durch den Druck der Atmosphäre zertrümmert werden müssen. Fälle dieser Art kommen in der chemisch-technischen Praxis eben so wohl bey geistigen, als bey sauern und salzigen Flüssigkeiten, wobey jene Raumveränderungen oft viel gröfser sind, nicht ganz selten vor; allein man schreibt sie gewöhnlich auf Rechnung der Ungeschicklichkeit, oder schiebt die Schuld wohl gar auf die Mangelhaftigkeit der gläsernen Gefäfse.

§. 215.

η) Das Verhältnifs zu bestimmen, in welchem zwey geistige Flüssigkeiten von verschiedenem Alkohol-Gehalt nach Mafsen zu vermischen sind, um irgend einen willkührlich zu wählenden mittleren Grad der Stärke zu erlangen.

So leicht solche Aufgaben, bey der Beurtheilung gemischter Flüssigkeiten nach dem Gewichte zu beantworten sind, so schwierig und komplizirt ist ihre Auflösung im gegenwärtigen Falle, wobey die Produkte nach dem Volumen bemessen werden sollen; denn so sicher die oben gelehrte Methode (§. 170.) bey Mischungsverhältnissen nach Procenten des Gewichtes zum Ziele führt, so wenig ist sie dennoch für den gegenwärtigen Zweck anwendbar; weil dabey die vorkommenden Raumveränderungen nicht berücksichtiget worden sind, auch nicht füglich berücksichtiget werden konnten. Es bleibt daher bey diesen Aufgaben, deren Lösung dessen ungeachtet dem Oekonomen und Pharmazeuten, so wohl als dem Chemiker und Techniker manches Mahl sehr nützlich seyn kann, beynahe kein anderer Ausweg übrig, als die zu vermischenden Flüssigkeiten gleichsam in ihre Bestandtheile zerlegt zu betrachten, und so durch mehrmahlige Wiederhohlung der goldenen Regel das beabsichtigte Resultat zu finden. Wir wollen diefs Verfahren am folgenden Beyspiele in Ausübung bringen.

Es seyen zwey geistige Flüssigkeiten von 0,8114 und 0,9303 spezifischen Gewichts in dem Verhältnisse mit einander zu vermischen, dafs die Mischung ein spezifisches Gewicht = 0,8286 erhalte.

Diese Aufgabe zerfällt in die nachstehenden Fragen:

1. Wie viel Wasserzusatz erfordern 100 Mafs des stärkern Weingeistes, um auf das beabsichtigte Mischungsverhältnifs herab gesetzt zu werden?

2. Wie viel Wasser enthält der schwächere Weingeist in 100 Mafs mehr, als nöthig wäre, um mit dem darin enthaltenen Alkohol das für die neue Mischung beabsichtigte Mischungsverhältnifs zu bilden?

3. In wie viel Mafs des schwächeren Weingeistes werden folglich so viel Mafs überflüssiges Wasser, als der stärkere Weingeist erfordert, enthalten seyn?

4. Wie viel Alkohol und Wasser wird die neue Mischung in allem enthalten?

5. Wie grofs wird folglich das Volumen des Produktes seyn, wenn die dem neuen Mischungsverhältnisse eigene Raumveränderung eingetreten ist?

Das spezifische Gewicht der stärkern Flüssigkeit = 0,8114 deutet nach der XXVIII. Tabelle auf ein Mischungsverhältnifs = 0,95 : 0,05, und also in 100 Mafs auf 95,929 Mafs wahren Alkohol-, und 5,049 wahren Wassergehalt.

Das spezifische Gewicht des schwächern Weingeistes hingegen = 0,9303 bezeichnet nach eben derselben Tabelle ein Mischungsverhältnifs = 0,50 : 0,50, und folglich in 100 Mafs 51,879 Mafs Alkohol, und eben so viel Wasser.

Das spezifische Gewicht der zu bereitenden Mischung endlich = 0,8286 entspricht einem Mischungsverhältnisse = 0,90 : 0,10, und zeiget folglich in 100 Mafs derselben, 91,627 Mafs Alkohols und 10,181 Mafs Wassers.

§. 216.

Erste Frage:

Die erste Frage wird demnach durch nachstehende Formel zu beantworten seyn (§. 209.).

$$\underbrace{90 \text{ Mafs}}_{\text{Alkohol}} \text{ erfordern } \underbrace{10 \text{ Mafs}}_{\text{Wasser}}\text{, wie viel erfordern } \underbrace{95{,}929 \text{ Mafs}}_{\text{Alkohol}}\text{?}$$

```
      95,929
          10
9(0 | 959,29(0 | 10,658
      9
      59
      54
       52
       45
        79
        72
         7 u. s. w
```

95 Mafs Alkohols erfordern also 10,659 Mafs Wassers. Da aber 100 Mafs der zu schwächenden Flüssigkeit, nebst 95,929 Mafs Alkohols, bereits auch 5,049 Mafs Wassers enthalten, so sind nach Abzug derselben

```
 10,659
  5,049
 5,610
```

5,610 Mafs hinzu zu setzen.

§. 217.

Zweyte Frage.

Der Ueberfluſs an Wasser in der schwächern Flüssigkeit, welcher der Gegenstand der zweyten Frage ist, wird gefunden, indem man aus dem Mischungsverhältnisse der stärkeren Flüssigkeit und dem Alkohol-Gehalt der schwächeren = 51,879 Maſs in 100 Maſs folgende Formel zusammensetzt, und von ihrem Resultate die dem letztern angemessene Menge Wassers subtrahirt.

$\underbrace{\text{90 Maſs}}_{\text{Alkohol}}$ erfordern $\underbrace{\text{10 Maſs}}_{\text{Wasser}}$, wie viel erfordern $\underbrace{\text{51,879 Maſs}}_{\text{Alkohol}}$?

```
      51,879
          10
 9(0 | 518,79(0 | 5,764
       45
       68
       63
        57
        54
         39
         36
          3 u. s. w.
```

Der in 100 Maſs der schwächern Flüssigkeit enthaltene Alkohol = 51,879 Maſs erfordert also, um auf das Mischungsverhältniſs von 0,90 : 0,10 gesetzt zu werden, 5,764 Maſs Wassers; und jene hundert Maſs enthalten folglich, da ihr wahrer Wassergehalt = 51,879 Maſs ist,

```
  51,879
   5,764
  46,115
```

46,115 Maſs überflüssiges Wasser.

§. 218.

Dritte Frage.

Aus dem hier gefundenen Resultate läſst sich nun leicht auch die dritte Frage beantworten, in dem man nachstehende Regel formirt:

$\underbrace{\text{46,115 Maſs}}_{\text{überflüssiges Wasser}}$ sind in $\underbrace{\text{100 Maſs}}_{\text{schwächerem Weingeiste}}$, in wie viel Maſs sind $\underbrace{\text{5,610 Maſs}}_{\text{überflüssiges Wasser}}$?

```
           5,610
             100
 46,115 | 561,000 | 12,165
          46115
           99850
           92230
            76200
            46115
           300850
           276690
            241600
            230575
             11025 u. s. w.
```

100 Maſs eines Weingeistes von 0,8114 spezifischen Gewichts werden dem zu Folge mit 12,165 Maſsen einer geistigen Flüssigkeit von 0,9303 spezifischen Gewichts vermischt werden müssen, wenn das Produkt die vorgeschriebenen Eigenschaften erlangen soll.

§. 219.

Vierte Frage.

Machen es aber die vorwaltenden Umstände nothwendig, daſs man bey solchen Aufgaben auch das neue Volumen der Mischung bestimme, so läſst sich diese Absicht, da hier drey verschiedene Raumveränderungen Einfluſs gehabt haben, wohl am kürzesten dadurch erreichen, daſs man entweder den Alkohol oder den Wassergehalt der ganzen Mischung erforschet und aus diesem das neue Volumen folgert.

Zur Beantwortung der vierten Frage findet man demnach in der Tabelle XXVIII. den Gehalt an Wasser in 100 Maſs der stärkeren Flüssigkeit = 5,049 Maſs; den Gehalt in 12,165 Maſs hingegen erhält man durch Rechnung (§. 204.) wie folgt:

100 Maſs (Weingeist v. 0,9303 sp. Gew.) enthalten 51,879 Maſs (Wasser), wie viel enthalten 12,165 Maſs (Weingeist v. 0,9303 sp. Gew.)?

```
          51,879
          12,165
         259 395
        3 112 74
        5 187 9
       103 758
       518 79
(§. 18.) 100|631,108 035|6,311
```

= 6,311 Maſs, welches mit jenem zusammen gezählt

```
 6,311
 5,049
11,360
```

11,360 Maſs gibt.

§. 220.

Fünfte Frage.

Aus dieser Gröſse und aus dem dem neuen Mischungsverhältnisse = 0,90 : 0,10 zukommenden und in der Tabelle XXVIII. vorfindigen Wassergehalt = 10,181 Maſs in 100 Maſs der Flüssigkeit findet man sodann endlich, als Antwort auf die fünfte Frage, das neue Volumen, indem man die Regel de tri folgender Maſsen stellet:

10,181 Maſs (Wasser) geben, mit der gehörigen Menge Alkohol vermischt, 100 Maſs (Weingeist v. 0,8286 sp. Gew.), wie viel geben 11,360 Maſs (Wasser)?

```
        11,360
           100
10,181|1136,000|111,58
       10181
        11790
        10181
         16090
         10181
          59090
          50905
           81850
           81448
             402 u. s. w.
```

Das neue Volumen wird demnach 111,58 Maſs betragen, und, da die beyden verwendeten Flüssigkeiten, nähmlich

vom stärkeren Weingeiste	100	Maſs
vom schwächeren —	12,165	—
Zusammen	112,165	Maſs

betragen, um 0,585 (§. 21.) = 0,6 Maſs vermindert worden seyn.

§. 221.

In dem hier ausgeführten Beyspiele war, wie man bemerkt hat, der stärkere Weingeist durch die Beymischung des schwächeren auf einen mindern Grad der Stärke herab zu setzen; es kann aber eben so wohl der umgekehrte Fall vorkommen, wobey ein schwächerer durch die Beymischung der erforderlichen Menge eines stärkeren Weingeistes auf eine höhere Stufe des Alkohol-Gehalts zu bringen ist, und endlich kann auch in beyden Fällen die Menge des Produktes vorgeschrieben seyn. Allen diesen Anforderungen wird man indessen Genüge leisten können, wenn man nur den Sinn der Aufgabe richtig aufgefaſst hat, und dem gemäſs in den vorhin angezeigten Rechenformeln die Glieder verwechselt; und die Ausführung solcher Aufgaben kann daher um so mehr dem eigenen Nachdenken des Lesers überlassen werden, als alle zu dieser Absicht dienenden Behelfe in den vorausgeschickten Beyspielen bereits enthalten sind.

§. 222.

Indem ich diese Abhandlung schlieſse, scheint es mir nothwendig, hier noch einige Worte über die Gründe nachzutragen, die mich bestimmt haben, die Mittel zur Beurtheilung geistiger Flüssigkeiten nach dem Volumen auf die vorgetragene Art und Weise einzurichten, und man wird diese nun, nachdem die bey solchen Untersuchungen zu hebenden Schwierigkeiten gehörig in das Licht gesetzt worden sind, auch leichter würdigen können.

Ich habe nähmlich, wie man in den Tabellen XXVI. und XXVIII. hat wahrnehmen können, die ganze Reihe der spezifischen Gewichte geistiger Flüssigkeiten nicht auf die geraden Zahlen des Alkohol-Gehaltes, sondern auf die synthetischen Mischungsverhältnisse zwischen Alkohol und Wasser bezogen, und daraus muſste nothwendig folgen, daſs nun der wahre Alkohol-Gehalt in der sechsten Spalte der Tabelle XXVIII. durchaus in sehr gebrochenen Zahlen erscheint. Hätte ich den Alkohol-Gehalt in geraden Zahlen aufstellen und also die spezifischen Gewichte solcher Mischungen verzeichnen wollen, die in 100 Maſs 1, 2, 3, 4, 5 u. s. w. Maſs Alkohols enthielten; so würde dagegen das Mischungsverhältniſs in gebrochenen Zahlen erschienen seyn. Ich hatte also hier die Wahl zwischen zwey Uebeln, und wählte aus vielen Gründen, worunter ich nur die nachstehenden anführe, das erstere.

1. Weil ich die Tabelle über diese Mischungen meinen übrigen Tabellen über die Säuren u. s. f., ja selbst jener, die sich auf Mischungen aus Alkohol und Wasser nach dem Gewichte beziehet, analog erhalten wollte.

2. Weil durch die geraden Zahlen, die gegenwärtig das Mischungsverhältniſs ausdrucken, die Rechnung, wie aus den vorhergegangenen Beyspielen genugsam erhellet, oft gar sehr erleichtert wird.

3. Weil die spezifischen Gewichte, wenn der Alkohol-Gehalt in geraden Zahlen ausgedruckt worden wäre, nicht praktisch, sondern nur durch Folgerungen aus der Tabelle XXVI. hätten gefunden werden können. Ein Verfahren, welches, der möglichen Abirrungen nicht zu gedenken, schon darum Miſsbilligung verdient haben würde, weil dadurch die zum Grunde liegenden Versuche verschwunden und dem Auge des nachkommenden Forschers entrückt worden wären.

§. 223.

Auch habe ich mich des Wortes „Procente" in diesem letzten Theile meiner Abhandlung niemahls bedienet, weil ich glaube, daſs dieser Ausdruck im gegenwärtigen Falle einer doppelten Deutung fähig ist. Denn wollte man von einer geistigen Flüssigkeit z. B. sagen: sie habe 51,879 pro Cent Alkohols; so könnte man mit demselben Rechte von der nähmlichen Flüssigkeit behaupten, daſs sie auch 51,879 pro Cent Wassers enthalte. 51,879 zwey Mahl genommen sind aber nicht 100, sondern 103,758. Wollte man hiergegen einwenden, daſs man diese Bestandtheile nicht in der Form, in welcher sie nach der Trennung erscheinen, sondern in demselben Zustande, in welchem sie in der Mischung enthalten sind, verstanden wissen wolle, so ist der Ausdruck wieder unrichtig; denn keine der beyden Flüssigkeiten kann in

der Mischung 51,879 Maſs betragen; dieſs beweiset sich sehr bündig schon aus dem Umstande, daſs beyde zusammen nur den Raum von 100 Maſs einnehmen.

g) *Betrachtungen über die Erforschung der Massenverhältnisse durch das spezifische Gewicht in Mischungen aus zwey Bestandtheilen überhaupt.*

§. 224.

Nach dem, was in den vorhergegangenen Abhandlungen (§. 123 — 223.) über die Methode, die Massenverhältnisse in einigen zusammen gesetzten Körpern aus ihren spezifischen Gewichten zu folgern, vorgetragen worden ist, wird es kaum noch nöthig seyn, zu erinnern, daſs man auf diesem Wege nun auch alle andere Zusammensetzungen aus zwey Körpern verschiedener Art werde beurtheilen können. Auch wird man eingesehen haben, daſs man bey diesen Untersuchungen keinesweges aus zwey oder drey geprüften Mischungsverhältnissen, wie es leider bisher in den meisten Fällen geschehen ist, sogleich die spezifischen Gewichte für die ganze Reihe aller Massenverhältnisse folgern dürfe; sondern daſs man, weil — wenigstens meinen bisherigen Erfahrungen zu Folge — eine und dieselbe Materie, mit allen andern der Vereinigung mit derselben fähigen Materien in Verbindung gesetzt, sehr verschiedenen Dilatations-Gesetzen unterworfen ist, bloſs auf die Erfahrung bauen, und also möglichst zahlreiche Versuche vornehmen müsse, ehe und bevor man sich irgend ein Urtheil erlauben könne.

§. 225.

Solche Versuche sind indessen nichts weniger als leicht zu unternehmen, und werden durch den groſsen Einfluſs der sich ewig verändernden Temperatur der Atmosphäre, und höchst wahrscheinlich auch der Elektrizität, im glücklichsten Falle immer nur bey der Aproximation bis zur dritten und vierten Dezimal-Stelle (§. 3.) stehen bleiben; ja, bey solchen Mischungen, die in fester Gestalt erscheinen (§. 138.), oft kaum auf der zweyten Dezimal-Stelle richtig genannt werden können. Dessen ungeachtet erfordert ihre Ausführung, nebst einer gründlichen Einsicht in die Sache selbst, einen vollkommenen Apparat von mancherley Instrumenten, worunter ein bis auf alle Unterabtheilungen richtiges Gewicht — eine groſse Seltenheit — ohne Zweifel das Wichtigste ist; eine bedeutende technische Uebung, die nicht allein durch Unterricht, sondern vorzüglich durch eigenen Fleiſs und durch oftmahliges Fehlen zu erlangen ist; einen groſsen Zeitaufwand und eine gränzenlose Geduld.

§. 226.

Wenn man aber in der künftigen Zeit unter diesen Bedingungen und mit möglichst gröſster Genauigkeit alle oder doch die meisten Mischungen untersucht haben wird, so läſst es sich hoffen, daſs man endlich auch das Grundgesetz, auf welchem die Dilatationen aller Mischungen und aller Mischungsverhältnisse beruhen, entdecken, und aus demselben für die Erweiterung der Wissenschaft sehr wichtige Resultate wird ziehen können.

§. 227.

Gegenwärtig und aus dem Wenigen, was bisher für diese Absicht geschehen ist, läſst sich freylich nicht viel und mit Sicherheit gar nichts Allgemeines folgern. Allein so viel scheint denn doch schon aus den von mir gemachten Untersuchungen hervor zu gehen, daſs man einst aus den Dilatations-Gesetzen der Mischungen auch auf die Natur ihrer Bestandtheile wird schlieſsen können. Dieses zu thun veranlaſsten mich meine Erfahrungen bereits vor mehreren Jahren, und ich würde damahls schon den Satz aufgestellt haben: „*daſs das Dilatations-Gesetz, welches zwischen den Gliedern aller Verhältnisse irgend einer Mischung obwalte, um so weniger parabolisch seyn könne, je mehr Bestandtheile die Mischung enthalte,*“ wenn ich nicht durch einen scheinbaren Wiederspruch davon wäre abgehalten worden. Ich hatte nähmlich bey meinen Versuchen wahrgenommen, daſs die Dilatations-Gesetze nur zwey Bestandtheile enthaltender Mischungen, als da sind: die Verbindungen des Wassers mit Schwefelsäure, mit Salpetersäure, mit Ammoniak und mit Alkohol, eine sehr parabolische Form verriethen, während die Mischungen aus Wasser und Mittelsalzen, also aus drey Bestandtheilen, in den Gesetzen ihrer Verdichtung nur wenig von den Gliedern einer geraden Progression abwichen, und ich wäre damahls schon geneigt gewesen, in dieser Verschiedenheit ein allgemeines Gesetz zu erkennen, wenn mich nicht die Erfahrung, daſs die Salzsäure mit Wasser als eine, wie man bis dahin glaubte, nur zwey Bestandtheile enthaltende Mischung

ebenfalls ein beynahe eine gerade Progression bildendes Dilatations-Gesetz befolgt, von diesem Schlusse abgezogen hätte. Dieses Hindernifs schwindet nun vielleicht, seitdem der gelehrte *Humphry Davy* gezeigt hat, dafs die so genannte Kochsalzsäure sehr wahrscheinlich an sich schon eine Verbindung aus zwey, und mithin ihre wässerige Auflösung eine Verbindung aus drey Bestandtheilen sey; die denn auch, ganz dem von mir geahndeten Gesetze gemäfs, eine minder parabolische Dilatation befolgen kann.

h) Ueber die Beurtheilung der Massenverhältnisse in Mischungen aus drey und mehr Bestandtheilen durch das spezifische Gewicht.

§. 228.

In Mischungen aus drey Bestandtheilen können die Massenverhältnisse nur unter der Bedingung durch das spezifische Gewicht beurtheilt werden, dafs zwey dieser Bestandtheile in einem beständigen und bekannten gegenseitigen Verhältnisse stehen bleiben, und also, als eine feste Verbindung betrachtet, nur mit dem dritten Bestandtheile, nach verschiedenen Mischungsverhältnissen wechseln können. Solche Mischungen sind z. B. alle Auflösungen der Mittelsalze im Wasser oder in irgend einer andern einfachen Flüssigkeit; denn die Basis ist in diesen Salzen mit den Säuren nach unwandelbaren Verhältnissen verbunden, und es kann also nur zwischen der Summe dieser Verbindung und dem Wasser eine Abänderung der Mischungsverhältnisse Statt finden. Es ist sehr begreiflich, dafs man demnach in solchen Mischungen nicht die Quantität der einzelnen Bestandtheile, nähmlich der Basis und Säure, sondern immer nur die des Wassers, und die der Verbindung oder Summe aus der Basis und der Säure durch das spezifische Gewicht bestimmen könne, dafs sich ferner die Menge der einzelnen Bestandtheile, nähmlich der Basis und Säure, nur in dem Falle finden läfst, wenn das Verhältnifs, in welchem sie in den Mittelsalzen enthalten sind, bereits bekannt ist, und dafs solche Aufgaben folglich auch nur dadurch beantwortet werden können, dafs man die in der Frage stehenden Zusammensetzungen als Mischungen aus zwey Bestandtheilen ansieht und behandelt.

§. 229.

Wenn hingegen in Mischungen dieser Art jene Bedingung nicht erfüllt wird, und also ein dreyfacher Wechsel der Verhältnisse möglich bleibt, so ist die Beurtheilung der Massenverhältnisse aus dem spezifischen Gewichte offenbar unmöglich. Denn alle Mischungen aus zweyen jener Bestandtheile, sie mögen nach noch so sehr von einander abweichenden Verhältnissen zusammen gesetzt seyn, können durch die Hinzukunft einer angemessenen Menge des dritten Bestandtheils immer auf ein und dasselbe spezifische Gewicht gebracht werden; und es fehlt sodann der einzige Anhaltpunkt, auf den man alle Untersuchungen dieser Art zu gründen pflegt: die Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes bey verschiedenen Mischungsverhältnissen.

§. 230.

Was hier von der Mischung aus dreyen gesagt worden ist, das gilt auch bey Zusammensetzungen aus vier und mehr Bestandtheilen. Immer wird man dieselben aus dem spezifischen Gewichte nur in so fern mit einiger Sicherheit beurtheilen können, als sie sich auf zwey Bestandtheile reduziren lassen; und wo diefs Verfahren nicht anwendbar, und folglich ein drey-, vier- und mehrfacher Wechsel der Verhältnisse möglich ist, unausbleiblich zu Trugschlüssen verleitet werden (§. 142.). Viel und oft hat man auf diese Weise geirrt, am häufigsten aber in der Beurtheilung der Weine und Biere. Ich werde daher diesen Gegenstand um seines allgemeinen Interesses willen durch einige Worte näher beleuchten.

§. 231.

Jene Flüssigkeiten, die wir mit der Benennung Wein zu bezeichnen pflegen, unterscheiden sich zwar in den Verhältnissen ihrer Bestandtheile so sehr von einander, dafs man kaum zwey derselben von vollkommen gleichen Bestandtheilen und Mischungsverhältnissen finden wird; sie lassen sich aber dennoch gewisser Mafsen in vier Hauptabtheilungen bringen. Es gibt nähmlich:

1. geistige Weine, die aus geistigen Theilen, aus Wasser und Extraktiv-Stoff bestehen;

2. **salzige Weine**, welche Geist, Wasser, Extraktiv-Stoff, Weinstein und Aepfelsäure enthalten;

3. **schäumende (mousirende) Weine**, in welchen aufser dem Geiste, Wasser, Extraktiv-Stoff und Salz oder Zucker auch eine bedeutende Menge Kohlensäure gebunden ist; und endlich

4. **süfse Weine**, die aus Geist, Wasser, Extraktiv-Stoff und vielem Zuckerstoff, oder auch wohl vollkommen ausgebildetem Zucker zusammsn gesetzt sind.

Alle diese Weingattungen können aber, aufser den angeführten Substanzen, auch noch mehr oder weniger Aroma und einige andere zufällige Beymischungen enthalten, die jedoch ihrer geringen Menge wegen auf die spezifischen Gewichte jener Flüssigkeiten keinen bedeutenden Einfluſs haben können. Die spezifischen Gewichte der ersten Gattung fallen übrigens alle zwischen 0,916 und 0,980; die der zweyten und dritten zwischen 0,980 und 1,000, und die der vierten endlich zwischen 1,000 und 1,054.

§. 232.

Wird sich aus diesen Daten ein allgemeiner Mafsstab für die Beurtheilung der Weine entwerfen lassen? Ich glaube nicht; denn ein geringeres oder gröfseres spezifisches Gewicht wird bey einem Weine auf Vorzüge deuten, während eben dieselbe Eigenschaft bey dem andern die Mangelhaftigkeit bezeichnet, und umgekehrt. — Oder soll man auf den Gedanken verfallen, für jede der vier Gattungen dieser Flüssigkeiten einen eigenen Mafsstab anzufertigen? Auch dieses geht nicht an, weil die Weine nicht nur in vier Hauptgattungen vorkommen; sondern in unendlicher Verschiedenheit alle denkbaren Glieder des Ueberganges der einen zur andern Gattung, und so eine ununterbrochene Reihe bilden, vom schweresten Tokayer bis zum leichtesten Mosel-Weine. Oder will man vielleicht für jedes Weinland, ja für jeden einzelnen Weinberg eine eigene Norm aufstellen? So sehr diese Forderung nun auch herab gestimmt ist, sie wird dennoch nicht befriediget werden können; denn das Gedeihen des Weinstockes ist zu sehr von äufseren Einflüssen abhängig, und ein und derselbe Weinberg wird folglich in verschiedenen Jahren eben so verschiedene Produkte tragen, als verschieden die Witterung gewessen ist. Wenn man also die Weine mit einiger Sicherheit beurtheilen und aus ihren spezifischen Gewichten auf die Menge ihrer Bestandtheile schliefsen wollte; so würde man schon zur Beseitigung dieser aus der natürlichen Verschiedenheit der Weine entspringenden Schwierigkeiten für jeden Weinberg und für jeden Jahrgang einen andern Mafsstab nöthig haben.

§. 233.

Aber selbst unter dieser Einschränkung wird man nur in der Beurtheilung der geistigen Weine der Wahrheit einiger Mafsen nahe kommen können; weil diese, aufser dem Wasser und Geiste, nur wenig Extraktiv-Stoff, der über diefs auf das spezifische Gewicht einen unbedeutenden Einfluſs hat, enthalten. Nie hingegen wird man auf diesem Wege in mousirenden, salzigen und süfsen Weingattungen die Menge ihrer einzelnen Bestandtheile erforschen können; denn alle diese gehören in die Kathegorie jener Mischungen, die einem drey- und mehrfachen Wechsel der Massenverhältnisse unterworfen sind, die also auch bey verschiedenen Mischungsverhältnissen gleiche spezifische Gewichte besitzen können. Am allerwenigsten endlich wird diefs in der Beurtheilung der salzigen Weine möglich seyn; denn nicht nur können diese mehr oder weniger Salz enthalten und dennoch ein gleiches spezifisches Gewicht besitzen, wenn zugleich unter angemessenen Verhältnissen im ersten Falle mehr und im zweyten weniger Geist in der Mischung ist; sondern ihre Bestandtheile können wohl auch in solchen Verhältnissen stehen, dafs ihr Produkt, das spezifische Gewicht der Mischung = 1,000, und also auch = dem spezifischen Gewichte des Wassers seyn wird. Solche Weine sind nahmentlich die Oesterreichischen. Sie enthalten nähmlich eine gewisse Menge Weingeist, die zwar vermögend wäre, das spezifische Gewicht der Mischung merklich zu vermindern; allein unter ihren Bestandtheilen finden sich dagegen auch eben so viele salzige Theile, als nöthig sind, diese Verminderung der Dichtheit wieder aufzuheben. Das spezifische Gewicht derselben ist daher immer = 1,000, oder doch sehr nahe daran; eine Eigenschaft, die sie mit dem Wasser gemein haben, und welche ihre Beurtheilung durch das spezifische Gewicht in das Reich der Unmöglichkeiten versetzt. Ein Wein von dieser Art läfst sich in allen Verhältnissen mit dem Wasser vermischen, ohne irgend eine merkliche Veränderung seines spezifischen Gewichtes zu erleiden; und man wird folglich solche Beymischungen weder durch das spezifische Gewicht, noch durch die auf dieses gegründeten Weinspindeln entdecken können.

§. 234.

Eine gleiche Bewandtnifs hat es auch mit der Beurtheilung der Biere. Zwar ist in diesen Flüssigkeiten die Anzahl und der Wechsel ihrer Bestandtheile so mannigfaltig nicht, wie bey den Weinen, aber immer noch grofs genug, um jeden Versuch zu ihrer Beurtheilung durch das spezifische Gewicht zu vereiteln. Die vorzüglichsten Bestandtheile aller Biere sind: Wasser, Geist, Extraktiv-Stoff, Zuckerstoff, und Aepfel- und Kohlensäure; oft enthalten sie aber auch etwas Aroma und andere um des Geschmackes willen hinzu gesetzte Substanzen. Wenn man die letzteren und den Extraktiv-Stoff, als solche Beymischungen, die auf die Dichtheit der Mischung wenig Einflufs haben können, nicht beachten will, so bleiben also, als hierauf vorzüglich einwirkende Massen noch übrig: das Wasser, der Geist, der Zuckerstoff, die Aepfel- und Kohlensäure. Aber diese sind, da nicht einmahl unter zweyen, weit weniger unter vieren derselben, ein bleibendes Mischungsverhältnifs (§. 228.) obwaltet, schon mehr als hinreichend, um alle Biere in die Kathegorie jener Mischungen zu versetzen, in welchen ein vierfacher Wechsel der Massenverhältnisse Statt findet, in welchen also eben darum die Menge der einzelnen Bestandtheile durch das spezifische Gewicht nicht erforschet werden kann.

§. 235.

Beynahe alles, was vorhin (§. 232.) vom Weine gesagt worden ist, gilt folglich auch von dem Biere, welches mit allem Rechte zu den schäumenden Weinen gezählt werden darf. Das Bier kann bey gleichen Zuthaten, bey gleicher Bereitungsart, so verschieden ausfallen, als der Boden und die Witterung bey der Erzeugung des Getreides, aus welchem das Bier gebrauet wird, verschieden gewesen war, und eben so grofs ist der Einflufs der Witterung und anderer Zufälle auch späterhin, während dem Malzen des Getreides, und hauptsächlich während des Gährungs-Prozesses, durch den diese weinartige Flüssigkeit gebildet wird. Daraus folgt aber, dafs ein festgesetztes spezifisches Gewicht des Bieres schon darum nicht als ein untrügliches Kennzeichen seiner Güte und Echtheit gelten kann, weil die Beschaffenheit der Biere nicht immer von der Willkühr des Bierbrauers abhängig ist, und weil er bey dem besten Willen bald schwerere, bald leichtere Biere erzeugen wird. Ja, der Fall ist möglich, dafs er ein Bier bereitet, welches den Zucker- oder nährenden Stoff, den Extraktiv-Stoff, das Wasser und die Aepfelsäure zwar in dem gehörigen Verhältnisse, aber durch die Anwendung eines vorzüglich guten Malzes etwas mehr als die voraus gesetzte Menge Geist enthält, und also spezifisch leichter ist, als es seyn soll; so wie im Gegentheile ein anderes Bier, obgleich den Geist und die übrigen Bestandtheile in gehöriger Menge enthaltend, eben auch durch die Ausgiebigkeit des Malzes einen Ueberflufs an nährendem Stoff enthalten, und also schwerer seyn kann, als es nach einer auf andere Versuche gegründeten Norm seyn dürfte.

§. 236.

Aus diesen kurzen Betrachtungen über die Weine und Biere wird man sich überzeugt haben, dafs man in der Beurtheilung solcher Flüssigkeiten durch das spezifische Gewicht zu keinen befriedigenden Resultaten gelangen könne, und dafs sich folglich — wenn nicht gerade von schädlichen Verfälschungen oder Vergiftungen die Rede ist, wobey denn freylich chemische Analysen erforderlich werden — mit jedem Anliegen dieser Art, um so zuversichtlicher an den alten, längst erprobten Rathgeber, nähmlich an eine geübte Zunge zu wenden sey, als ohnehin bey der Beurtheilung und Auswahl aller solcher Flüssigkeiten, mehr auf den Geschmack, als auf ihren innern Gehalt Rücksicht genommen wird.

§. 237.

So wenig nun auch, wie aus dem Vorhergegangenen sattsam erwiesen wird, in Mischungen aus dreyen und mehreren Besttandtheilen, bey freyem Wechsel der Massenverhältnisse, aus dem spezifischen Gewichte auf den Gehalt geschlossen werden kann; so nothwendig ist es dennoch, dafs der Chemiker über die hierbey zum Grunde liegenden Ursachen unterrichtet sey; denn er könnte sonst sehr leicht verleitet werden, drey und mehrfache Mischungen für zweyfache zu nehmen, und, indem er aus ihren spezifischen Gewichten sehr zuverlässige Folgerungen ziehen zu können glaubte, zu groben Irrungen verleitet werden. Man hat oben in der Abhandlung von den Legirungen aus Zinn und Bley (§. 143.) gesehen, wie sehr das Dilatations-Gesetz durch die Hinzukunft eines dritten Metalles verändert werden kann. Eben so grofs werden aber verhältnifsmäfsig die Differenzen auch in allen andern Mischungen aus zwey Substanzen, so bald eine dritte hinzu gesetzt wird, und vorzüglich auffallend ist dieser Unterschied bey Säuren, wenn sie mit Mittelsalzen verfälscht worden sind; denn diese bewir-

ken in solchen Flüssigkeiten — was auch einige gewinnsüchtige und unredliche Fabrikanten sehr wohl wissen — eine weit gröfsere Verdichtung, als man aus dem spezifischen Gewichte solcher Salze und aus ihrer Menge folgern würde. So oft man also irgend eine Untersuchung auf das spezifische Gewicht gründen will, so wird vorausgesetzt, dafs die zu prüfende Mischung keinen dritten, nach ungebundenen Verhältnissen wechselnden Bestandtheil enthalte, und wo man dieses nicht gewifs weifs, da mufs die Wahrheit vorher durch Versuche erforscht werden, wenn das Resultat dieser Untersuchung auf eine vorzügliche Zuverlässigkeit soll Anspruch machen können.

§. 238.

Bey geistigen und ätherischen Flüssigkeiten sind Verlarvungen dieser Art nicht zu vermuthen, weil man keine Substanz auffinden kann, die spezifisch leichter und zugleich wohlfeiler wäre, als diese Flüssigkeiten selbst; sie können demnach immer nur mit Weingeist und Wasser verfälscht werden, wodurch aber zugleich auch ihre spezifischen Gewichte vermehrt und eben durch diesen Umstand jene Beymischungen dem unterrichteten Forscher verrathen werden.

§. 239.

Leichter ist die Verfälschung des tropfbar flüssigen reinen Ammoniaks, weil ein geringeres spezifisches Gewicht bey dieser Flüssigkeit den Vorzug bezeichnet, und durch den Zusatz von Alkohol bewirkt werden kann. Eine solche Beymischung läfst sich indessen sehr bald entdecken, wenn man eine kleine Portion der Flüssigkeit erwärmt, und dann mit einem brennenden Papier versucht, ob sich die aufsteigenden Dämpfe nicht entzünden und dadurch als Alkohol bewähren.

§. 240.

Am meisten endlich ist die Verfälschung der Säuren zu besorgen, die durch die unerlaubte Gewinnsucht des Fabrikanten entweder mit Mittelsalzen oder mit andern wohlfeileren Säuren versetzt seyn können. Der erste dieser Zusätze kann durch ein sehr einfaches chemisches Mittel entdeckt werden: indem man nähmlich eine kleine Portion der verdächtigen Säure in einer Glasschale über dem Feuer verdampfen läfst, wobey jede mittelsalzige Beymischung im Rückstande bleiben wird. Die Verfälschung mit andern Säuren hingegen findet man durch gegenwirkende Mittel, deren Beschreibung jedoch nicht in diese Abhandlung gehört.

§. 241.

Beyde Arten der Verfälschung der Säuren können aber mit gewissen Einschränkungen auch noch durch ein anderes allerdings hierher gehöriges Mittel entdeckt werden: durch das Dilatations-Gesetz. Man untersuchet zu dem Ende in solchen Fällen das spezifische Gewicht der verdächtigen Säure, vermischt sodann eine kleine Portion derselben mit gleichen Theilen Wassers und suchet neuerdings das spezifische Gewicht. War die Säure rein, so wird das spezifische Gewicht der verdünnten Flüssigkeit nach der für diese Gattung Säure entworfenen Tabelle gerade auf halb so viel Säuregehalt deuten, als die zu untersuchende Flüssigkeit hat. Ein Beyspiel möge diefs näher beleuchten:

Man habe eine der Verfälschung verdächtige Salpetersäure von 1,473 spezifischen Gewichts, und wolle sie nun durch das den Mischungen aus Salpetersäure und Wasser eigene Dilatations-Gesetz prüfen.

Die Salpetersäure kann, wie wir bereits wissen (§. 175.), in zwey verschiedenen Zuständen vorkommen, und befolgt dann auch eben so verschiedene Dilatations-Gesetze. Das erste also, was man zu thun hat, ist, dafs man sich gegen jene Irrungen sichert, die aus dieser Verschiedenheit entspringen können: indem man die Säure, die hier höher konzentrirt ist, durch Wasserzusatz bis zu jenem Verhältnisse herab setzet, bey welchem jener Unterschied gänzlich verschwindet (§. 177.), d. i. bis unter das spezifische Gewicht von 1,350. Gesetzt, man habe sie zu dieser Absicht mit ungefähr einem Dritttheile ihres Gewichtes Wasser vermischt, und ihr spezifisches Gewicht sey nun = 1,323 gefunden, so würde diese Zahl nach der Tabelle XVI. auf 0,56 unvollkommene Salpetersäure deuten. Um nun auch den eigentlichen Versuch zur Prüfung des Dilatations-Gesetzes auszuführen, verdünne man diese Flüssigkeit neuerdings mit gleichen Theilen Wassers, und bestimme dann, unter den bekannten Vorsichtsregeln, wiederhohlt das spezifische Gewicht derselben. Dieses wird, wenn die

Säure rein gewesen ist, aus begreiflichen Ursachen nun nur halb so viel Säuregehalt bezeichnen können, als die Flüssigkeit vor der Verdünnung gehabt hat. Wenn also ihr Gehalt an Normal-Säure vorher 0,56 gewesen ist, so mufs er jetzt die Hälfte, d. i. 0,28 betragen, und folglich in der Mischung ein diesem Säuregehalte (siehe die Tabelle XVI.) entsprechendes spezifisches Gewicht = 1,156 verursachen. Findet sich dieses spezifische Gewicht wirklich so grofs, so kann man auch überzeugt seyn, dafs jene Säure wenigstens von groben Verfälschungen frey ist; so wie man im Gegentheile, wenn dasselbe von jener Zahl beträchtlich abweichen sollte, dadurch auf eine diesen Abweichungen angemessene Menge fremder Beymischungen zu schliefsen berechtiget wird. So ergab sich z. B. nach meiner zufälligen Erfahrung über diesen eben so wichtigen als unangenehmen Gegenstand bey der Verdünnung einer $\frac{1}{7}$ ihres Gewichtes schwefelsaures Kali enthaltenden Salpetersäure von 1,593 spezifischen Gewichts, mit gleichen Theilen Wassers, ein Verstofs von vier pro Cent Säuregehalt im Dilatations-Gesetze. Dafs übrigens durch dieses Prüfungsmittel nur die gröberen Verfälschungen, nicht aber unbedeutende Verunreinigungen entdeckt werden können, gehet, auch ohne alle Erläuterungen, aus der Sache selbst hervor.

Vierter Abschnitt.

Von den Araeometern.

§. 242.

So bald der vernünftige Mensch die ersten Begriffe vom spezifischen Gewichte (§. 46.) aufgefafst hatte, so konnte es nicht fehlen, dafs er durch diese merkwürdigen Eigenschaften der natürlichen Körper auf die im zweyten und dritten Abschnitte erläuterten Folgerungen, und wahrscheinlich gleichzeitig mit denselben auch noch auf manche andere nützliche Bemerkung geleitet wurde. Vor allen andern Dingen aber mufste jenes auffallende Verhältnifs zwischen festen und flüssigen Körpern, vermöge welchem die ersteren, wenn sie spezifisch leichter sind, als diese, in den letzteren sich schwimmend erhalten, seine Aufmerksamkeit fesseln und die Forschbegierde desselben in immer regere Thätigkeit versetzen. So entdeckte er nach und nach die Gesetze des Druckes und Widerstandes bey festen und flüssigen Körpern, und gründete auf solche das weitläuftige Gebäude jener Wissenschaften, die wir unter den Benennungen: *Hydraulik*, *Hydrodynamik* und *Hydrostatik* kennen. So erfand er die Kunst, Schiffe zu bauen, die Meere zu befahren, und sich aus den Natur-Produkten weit entlegener Länder neue Genüsse zu schaffen, und im Umtausche der Erzeugnisse des einen Himmelstriches gegen die des andern bis dahin nicht gekannte und sehr ergiebige Erwerbsquellen zu eröffnen. So endlich lernte er: „*dafs ein unwandelbares Gesetz der Natur jeden auf einer Flüssigkeit schwimmenden Körper nur so lange und nicht länger sinken lasse, als bis er eine sein eigenes absolutes Gewicht aufwiegende Menge der Flüssigkeit aus ihrer Stelle getrieben habe;*“ oder mit andern Worten: „*bis der eingetauchte Theil seines Volumens dem Volumen einer sein Total-Gewicht aufwiegenden Menge der Flüssigkeit gleich sey*“ (§. 61.).

243.

Hatte man aber einmahl diefs allgemeine Gesetz entdeckt oder auch nur dunkel geahndet, so war auch schon dadurch selbst die nähere Veranlassung zu mancherley Versuchen gegeben, aus welchen für die Künste und Wissenschaften die reichhaltigsten Resultate hervorgehen konnten. Auf diesem Wege fand man sodann auch, dafs ein fester Körper, *Taf. II. Fig.* 12. *A.*, wenn er in eine Flüssigkeit gebracht wurde, die mit demselben ein gleiches spezifisches Gewicht besafs, eben jenem Gesetze gemäfs, ganz darin versinken mufste; dafs er aber, wenn sein eigenes spezifisches Gewicht nur halb so viel betrug, als jenes der Flüssigkeit, auch nur mit der Hälfte *B*, und endlich, wenn sein spezifisches Gewicht nur $\frac{1}{3}$ so grofs war, als das der Flüssigkeit, auch nur mit dem dritten Theile seines Volumens *C* einsinken konnte. Eben so fand man aber auch, dafs im entgegen gesetzten Falle ein und derselbe feste Körper in Flüssigkeiten von verschiedenem spezifischen Gewichte um verschiedene Räume einsank, und dafs sich diese Räume umgekehrt verhielten, wie die spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten, d. i., dafs sie nach einem genauen Verhältnisse um so viel gröfser wurden, als die spezifischen Gewichte geringer waren, oder in dem Mafse geringer wurden, als

jene sich vergröfserten. Man fand ferner, dafs ein und derselbe feste Körper, wenn er in Flüssigkeiten von verschiedenen spezifischen Gewichten jedes Mahl gleichtief versinken sollte, mit eben so verschiedenen Gewichten belastet werden mufste; und dafs das Produkt aus den auf diese Weise vermehrten oder verminderten Gewichten und aus der Gröfse des Volumens, mit welchem der feste Körper eingesunken war, dem spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten jederzeit gleich sey (§. 49 u. 57). Aus allen diesen Erfahrungen zog man sodann die Folgerung: dafs sich aus dem mehr oder weniger tiefen Einsinken irgend eines festen Körpers in verschiedenen Flüssigkeiten, oder auch aus der Belastung, die er erfordere, um in jenen immer bis an einen und denselben Punkt zu versinken, auch die spezifischen Gewichte solcher Flüssigkeiten beurtheilen lassen würden. Man verfiel zugleich auf den Gedanken, sich eigene feste Körper so einzurichten, dafs sie bequem zu solchen Untersuchungen zu gebrauchen wären, und so wurden endlich nach und nach jene Instrumente erfunden, die man *Araeometer*, *Senkwagen*, fälschlich wohl auch *Hydrometer* genannt hat.

§. 244.

Alle Araeometer, die man bisher kennet, lassen sich aber, nach der Verschiedenheit ihrer Einrichtung, füglich unter zwey Hauptabtheilungen bringen. Man hat nähmlich solche, die man durch Belastung mit verschiedenen Gewichten immer bis zu einer gleichen Tiefe in den Flüssigkeiten versinken machet, wobey man aus der Menge der zugelegten Gewichtstheile auf die spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten schliefset; diese heifsen: Araeometer mit unveränderlichem Volumen, oder mit veränderlichem Gewichte, oder auch ganz kurz: *Araeometer mit Gewichten.* Auch hat man solche, die bey gleichem Gewichte in verschiedenen Flüssigkeiten um verschiedene an ihrer Oberfläche durch Linien abgetheilte Räume einsinken; und bey deren Anwendung die Dichtheit der Flüssigkeiten nach ihrem mehr und minder tiefen Einsinken beurtheilt wird; diese nennet man: Araeometer mit unveränderlichem Gewichte oder mit veränderlichem Volumen, oder auch schlechthin: *Araeometer mit Gradleitern.* Beyde kommen in Künsten und Gewerben sehr oft vor; beyde sind also Gegenstände dieser Abhandlung, und sollen hier näher beschrieben werden.

Araeometer mit Gewichten.

§. 245.

Vergeblich würde man sich bemühen, wenn man die Zeit genau erforschen wollte, in welcher die ersten Araeometer überhaupt, und also auch die mit Gewichten, erfunden worden sind; denn die Geschichte dieser Erfindung verliert sich, wie viele andere Dinge, mit der allgemeinen Geschichte selbst im grauen Dunkel vergangener Zeiten. Leichter hingegen ist es, die Spur zu bezeichnen, welcher der Scharfsinn des Menschen folgte, bis er jene Erfindungen zu der Stufe der Vollkommenheit brachte, auf welcher wir sie gegenwärtig finden. Ich beschränke mich auf das Letztere, und zwar in der sicheren Voraussetzung: dafs eine gedrängte Zusammenstellung der Formen, welche diese Erfindungen bis zu unserer Zeit durchgegangen sind, nützlicher und belehrender seyn werde, als eine an Zeit, Ort und Personen gebundene und dennoch schwankende Geschichte derselben.

§. 246.

Die ersten schwimmenden Körper, deren man sich als Senkwagen mit Gewichten bediente, sind höchst wahrscheinlich solide Stückchen Holz, *Taf. II. Fig.* 12. *A. B. C.*, gewesen. Allein, wenn man solche Körper in *a* nach und nach immer mehr mit Gewichten belastete, so schlugen sie endlich um, d. i., sie neigten sich eben durch den auf *a* wirkenden Druck so lange, bis irgend eine Seitenfläche *C. b.* oben auf zu stehen kam und die Fläche *a* in die Lage von *b* versetzt wurde. Dadurch fielen aber, wie man wohl einsieht, die auf *a* ruhenden Gewichte herab, und die beabsichtigten Versuche konnten folglich nicht ausgeführt werden.

§. 247.

Um solchen Zufällen auszuweichen, wählte man in der Folge hohle Körper, *Taf. II. Fig.* 13. *A.*, bey denen die aufzulegenden Gewichte im unteren Raume *a* ihren Platz fanden, und also das Umschlagen minder möglich machten. Die solchergestalt eingerichteten Werkzeuge behielten aber immer noch die grofse Unvollkommenheit an sich, dafs die Gewichte *a* nach dem Einlegen sehr sorgfältig geordnet werden mufsten, wenn das Gefäfs *A* im Gleichgewicht

bleiben und also regelmäfsig bis an irgend eine zum Merkmahle dienende Linie *b* versinken sollte, und dafs man gleichwohl diese Absicht nicht immer oder doch nur mit Mühe erreichen konnte.

§. 248.

Um auch diesen Fehler zu verbessern, gab man diesen schwimmenden Körpern die *Taf. II. Fig.* 14. *A.* abgebildete Form, indem man das Gefäfs verlängerte, und auf diese Art seinen Schwerpunkt durch Auflegung der Gewichte in *a* auf den untern Theil fixirte. Durch diese Einrichtung wurde allerdings etwas gewonnen; denn das Gefäfs war nun auf immer gegen das Umschlagen gesichert, und mufste, aus bekannten Gründen, in jeder Flüssigkeit um so sicherer die senkrechte Stellung annehmen, je mehr Gewichte in *a* einzulegen nöthig wurden. Bald war man indessen auch mit dieser Verbesserung nicht zufrieden; denn man bemerkte, dafs kleine Unterschiede im Gewichte auf dieses Instrument nur wenig Wirkung äufserten, und daher durch das mehr oder weniger tiefe Einsinken desselben fast gar nicht wahrgenommen werden konnten.

§. 249.

Man änderte also neuerdings die Form, indem man das walzenförmige Gefäfs *Taf. II. Fig.* 15. *A.* oben in *a* verschlofs, und eine andere Walze von sehr kleinem Durchmesser *b* darauf befestigte, woran dann mit einem kleinen Einschnitte *c* die Stelle bezeichnet wurde, bis zu welcher das Instrument bey jedem Versuche einsinken sollte. Durch dieses Verfahren gewann man nun schon eine grofse Empfindlichkeit des Instruments; denn bey dem kleinen Durchmesser des oberen Theiles *b* mufste nothwendig auch die unbedeutendste Gewichtsveränderung durch eine sichtbare Volumens-Veränderung des eingesunkenen Theils bemerklich werden: und wenn jenes Instrument *Fig.* 14. *A.* unter gleichen Umständen um einen dem Auge kaum bemerklichen Punkt tiefer sank, so mufste dagegen dieses, wenn es mit demselben aliquoten Theile seines ganzen Volumens unter die Oberfläche der Flüssigkeit kommen sollte, um so viel Mahl, als der Durchmesser desselben in *b*, *Fig.* 15., kleiner war als in *A.*, tiefer, also wohl um 60 bis 100 Mahl tiefer einsinken. Allein durch die grofse Verminderung des Durchmessers in *b*, *Fig.* 15., war auch die Unmöglichkeit herbeygeführt, die nöthigen Gewichte im innern und untern Raume des Instruments *d* anzubringen: sie mufsten folglich durchbohrt und auf die Spitze *e* aufgesteckt werden; wobey sie aber neuerdings das Umschlagen dieses Araeometers begünstigten, oder doch mindestens das Gleichgewicht und die perpendikuläre Richtung desselben störten.

§. 250.

Diesem Fehler half man späterhin dadurch ab, dafs man dem Araeometer eine birnförmige Gestalt gab, *Taf. II. Fig.* 16. *A.*, dasselbe von Silber, Kupfer, Messing oder Glas so dünn als möglich verfertigte, und das ganze auf diese Weise ersparte Gewicht durch Bleykörner oder Quecksilber in einer an der untern Spitze des Instruments angebrachten Kugel *a* konzentrirte, um so dem oben aufgesteckten Gewichte *b* gleichsam ein Gegengewicht zu geben und dadurch das Umschlagen des Instruments zu verhüthen.

§. 251.

Endlich verband *Fahrenheit* dieses Araeometer *Taf. II. Fig.* 17. *A.* in *a* mit einem kleinen Teller, damit man mit Bequemlichkeit kleine und grofse Gewichte auf dasselbe legen konnte, und so bildete sich also nach und nach jenes Instrument, welches wir unter dem Nahmen des *Fahrenheit*'schen *Araeometers* kennen.

a) Fahrenheits Araeometer.

§. 252.

Dieses Werkzeug *Taf. II. Fig.* 17. *A.* ist, wie man bereits wahrgenommen haben wird, nur allein zur Untersuchung der Flüssigkeiten geeignet und auf den Erfahrungssatz gebauet: „dafs ein fester Körper in einem flüssigen Körper nur so weit und nicht weiter einsinken kann, als bis das Volumen des eingetauchten Theiles so grofs ist, als ein Volumen der Flüssigkeit, welches gerade so viel wiegt, als der ganze schwimmende feste Körper selbst; und dafs folglich ein solcher Körper, wenn er in verschiedenen Flüssigkeiten immer mit einem

Theile seines Volumens, d. i. bis an das Merkmahl *b* einsinken soll, jedes Mahl mit so vielen Gewichten belastet werden mufs, bis sein Total-Gewicht (d. i. die Summe aus seinem eigenen Gewichte und aus den in *a* aufgelegten Gewichtstheilen) so viel beträgt, als ein der Ausdehnung seines eingetauchten Theils vollkommen gleich grofses Volumen der Flüssigkeit wiegen würde." Aber eben auf diesen Erfahrungen beruhet auch die grofse Brauchbarkeit eines solchen Instruments; denn man kann mit demselben auf die leichteste Weise, so oft man will, bestimmte Volumina der Flüssigkeiten abmessen, und zugleich ihre absoluten Gewichte, und also alles finden, was, wie wir bereits wissen (§. 57.), zur Erforschung des spezifischen Gewichtes erforderlich ist. Ein Beyspiel möge die Art der Anwendung dieses Araeometers auch praktisch zeigen.

§. 253.

Es sey das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit zu finden.

Alles was zur Erforschung des spezifischen Gewichtes irgend eines Körpers erfordert wird, läfst sich, wie wir im zweyten Abschnitte (§. 46—57.) gesehen haben, darauf zurückführen, dafs man

1. das absolute Gewicht des zu untersuchenden Körpers bey einem gegebenen Volumen bestimme,
2. das absolute Gewicht eines gleichen Volumens Wassers suche, und endlich
3. das Erstere mit dem Letztern dividire.

Um das absolute Gewicht der zu prüfenden Flüssigkeit bey gegebenem Volumen zu bestimmen, setze man also das Araeometer *Fig.* 17. *A.* in die Flüssigkeit, und lege in *a* so viel Gewichte zu, bis es mit dem festgesetzten Theile seines Volumens, d. i bis zum Merkmahle *b*, einsinket. Durch dieses einfache Verfahren wird mit dem Volumen zugleich auch das absolute Gewicht gefunden; denn nach dem vorerwähnten Erfahrungssatze (§. 252.) mufs das Instrument ein seinem eingesunkenen Theile gleichgrofses Volumen der Flüssigkeit verdrängen, und man weifs also, dafs das in Beziehung kommende Volumen der Flüssigkeit genau so grofs seyn wird, als das Volumen des Instrumentes von *b* bis *c*. Auch mufs nach eben jenem Satze der verdrängte Theil der Flüssigkeit gerade so viel wiegen, als das ganze in derselben schwimmende Instrument; woraus man dann, vorausgesetzt, dafs das Gewicht des Araeometers bekannt sey, auch das absolute Gewicht eines solchen Volumens der Flüssigkeit ersieht. Wenn wir hierbey das absolute Gewicht des Araeometers = 485, und die in *a* aufgelegten Gewichte = 78 Gran setzen, so ergibt sich das absolute Gewicht eines dem eingetauchten Theile des Araeometers gleichgrofsen Volumens der Flüssigkeit = 485 + 78, d. i. = 563 Gran.

Eben auf dieselbe Weise findet man auch das absolute Gewicht eines gleichen Volumens Wassers, indem man das Araeometer unter denselben Handgriffen in reines destillirtes Wasser einsinken machet. Wenn wir annehmen, dafs man dem Araeometer zu dieser Absicht noch 44 Gran hätte zulegen müssen; so wäre also das absolute Gewicht eines gleichen Volumens des reinen Wassers = 485 + 44, d. i. = 529 Gran.

Um endlich aus diesen beyden gefundenen Gröfsen auch das spezifische Gewicht der untersuchten Flüssigkeit zu folgern, ist nur noch nöthig, ihr absolutes Gewicht mit dem absoluten Gewichte des Wassers zu dividiren, wobey man (§. 63 und 82.)

```
529|563|1,064
   |529|
    3400
    3174
     2260
     2116
      144 u. s. w.
```

1,064 im Quotienten erhält, welche Zahl auch wirklich das gesuchte spezifische Gewicht richtig bezeichnet.

§. 254.

Nach dem im vorigen Paragraphen gezeigten Verfahren lassen sich nun zwar durch *Fahrenheits* Araeometer auch die spezifischen Gewichte aller andern Flüssigkeiten finden; aber

es ist hierbey wohl zu bemerken, dafs ein und dasselbe Instrument nicht in allen Fällen zureichend sey: weil es vermöge seiner Konstruktion immer nur eine bestimmte Menge von Gewichten tragen kann, und also umschlagen würde, wenn es in einer Flüssigkeit gebraucht werden sollte, bey welcher, ihrer gröfseren Dichtheit wegen, in *a Fig.* 17. *A* mehr Gewichte aufgelegt werden müfsten, als durch *c* im Gleichgewichte erhalten werden könnten. Ein und dasselbe Araeometer kann daher, nach den bisherigen Erfahrungen, nur selten mehr umfassen, als eine Differenz von 0,400 des spezifischen Gewichtes bey leichteren, und eine Differenz von 0,800 bey schwerern Flüssigkeiten. Wenn man demnach alle Flüssigkeiten will untersuchen können, so ist es nothwendig, mehrere solche Instrumente vorräthig zu haben, deren eines z. B. mit voller Belastung in einer Flüssigkeit von 1,000 spezifischen Gewichts bis zum Merkmahle *b* einsinken und also die spezifischen Gewichte unter 1,000 umfassen könnte; während zwey andere unter denselben Bedingungen in Flüssigkeiten von 1,500 und 2,000 spezifischen Gewichts schwimmen müfsten, und folglich zur Erforschung aller zwischen 1,000 und 2,000 fallenden spezifischen Gewichte anzuwenden wären.

§. 255.

Die grofse Einfachheit, wie die Empfindlichkeit dieses Instruments, sind zu auffallend, als dafs sie einer näheren Erörterung bedürftig seyn könnten. Vorzüglich empfindlich ist dasselbe aber dann, wenn es aus Metallen verfertiget wird, wobey man zu dem den Teller tragenden Stiele *b. Fig.* 17. *A.* einen dünnen Metall-Draht verwenden kann. Minder empfindlich sind hingegen die aus Glas verfertigten Instrumente dieser Art, weil bey diesen der gläserne Stiel *b* beträchtlich dicker seyn mufs, wenn er einige Haltbarkeit besitzen soll; aber bey Säuren und andern die Metalle angreifenden Flüssigkeiten leisten sie dennoch vortreffliche Dienste, und führen, vorausgesetzt, dafs man, wie ich kaum erinnern darf, bey diesen Versuchen weder die Temperatur der Flüssigkeiten noch die übrigen wesentlichen Vorsichtsregeln (§. 79.) vernachlässige, zu einer Annäherung, die auch auf manchem andern Wege nicht besser zu erreichen ist. Der einzige Vorwurf, der ein solches Insrument noch treffen könnte, wird in dem Umstande gefunden, dafs man durch das Anhängen der Flüssigkeiten verhindert werden möchte, ganz genau wahrzunehmen, ob dasselbe auch wirklich bis zum Merkmahle *b* in der Flüssigkeit eingetaucht sey? Allein diese Einwendung trifft auch alle andern Araeometer, sie mögen wie immer eingerichtet seyn; und der hieraus entspringende Fehler wird über diefs immer um so weniger beträchtlich seyn können, als der Durchmesser des Stieles *b* kleiner ist.

b) Verbessertes Fahrenheit'sches Araeometer von Schmidt und Ciarcy.

§. 256.

Herr Professor *Schmidt* zu Giefsen *) hat eine sehr gelungene Verbesserung des Fahrenheit'schen Araeometers ausgedacht und durch die Mitwirkung des Hof-Physikers *Ciarcy* in Darmstadt auch praktisch ausgeführt, die im Wesentlichen folgende ist. Ein gläsernes birnförmiges Gefäfs, *Taf. II. Fig.* 18. *A.*, trägt mittelst eines massiven Glasstängelchens *a* die Schale *b*, und ist unten durch einen etwas stärkeren Glasstiel *c* mit einem kleinen und birnförmigen Gefäfse *d* verbunden. Das ganze Instrument wiegt, wenn es leer ist, 320 halbe Gran des Cöllnischen Markgewichtes (§. 40.), und wenn es in *d* mit 480 halben Gran Quecksilbers beschwert wird, 800 halbe Gran, woraus sich abnehmen läfst, dafs der Schwerpunkt höchstens in die Gegend von *e* fallen und also das Araeometer nicht leicht umschlagen kann. Das Volumen desjenigen Theils des Instruments, welches in der Flüssigkeit einsinken soll, nähmlich von *d* bis *a*, ist übrigens genau so grofs, als ein Volumen von 1000 halben Gran Wassers; und diefs Instrument erfordert also, wenn es bey + 15° Reaum. Temp. im Wasser bis an das Merkmahl *a* einsinken soll, zu seinem eigenen Gewichte = 800 halben Gran, noch eine Gewichtszulage von 200 halben Gran oder ein Total-Gewicht von 1000 halben Gran. Durch diese Einrichtung gewinnt das Araeometer den schönen Vorzug, dafs man bey seiner Anwendung die spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten ohne alle Rechnung finden kann, so bald man die halben Gran als kleinste Einheiten, oder noch besser, als Tausendtheilchen der grofsen Einheit (§. 56.) ansieht. Denn da das Instrument sodann in allen Fällen gerade so viel Raum einnimmt, als $\frac{1000}{1000}$ = 1,000 Wassers, so wird sein Total-Gewicht auch immer nur das absolute Gewicht von einem gleichen Volumen der untersuchten Flüssigkeit (§. 56.), oder das spezifische Gewicht selbst seyn können. Man wird also, wenn z. B. im Wasser dem eigenen Ge-

*) Beschreibung eines sehr bequem eingerichteten Araeometers in Gren's Journal der Physik B. VII. S. 185 u. f.

wichte des Instruments von $\frac{800}{1000}$ = 0,800 noch $\frac{200}{1000}$ = 0,200 zugesetzt werden müfsten, bis es zum Merkmahl *a* einsänke, ohne alle Rechnung die Summe = 1,000 als das spezifische Gewicht des Wassers ansehen können; so wie, wenn z. B. $\frac{350}{1000}$ zugelegt worden wären, das spezifische Gewicht der untersuchten Flüssigkeit = 0,800 + 0,350 = 1,150, oder bey einer Zulage von $\frac{50}{1000}$ = 0,800 + 0,050 = 0,850 seyn müfste.

§. 257.

Das hier beschriebene Instrument verträgt vermöge seiner Konstruktion in *b* eine Beladung von 400 halben Cöllnischen Gran und umfasset folglich nur jene Flüssigkeiten, deren spezifische Gewichte nicht unter 0,800 und nicht über 1,200 ausfallen; mithin die geistigen Flüssigkeiten, die Oehle und die meisten wässerigen Salzauflösungen. Für die schwereren Säuren und Salzauflösungen haben die Erfinder ein anderes Araeometer verfertiget, welches bey einem Volumen von 1000 halben Gran des Cöllnischen Markgewichtes Wassers, ohne Beladung 1,200, mit gröfster Beladung hingegen über 2000 halbe Cöllnische Gran wiegt, und also zur Bestimmung aller zwischen 1,200 und 2,000 fallenden spezifischen Gewichte hinreichend ist. Mit diesen beyden Instrumenten kann man folglich, die Naphten und das Quecksilber ausgenommen, alle bekannten Flüssigkeiten untersuchen und ihre spezifischen Gewichte auf eine leichte und bequeme Art auch ohne Rechnung finden.

c) *Nicholson's Aräeometer.*

§. 258.

Als eine andere Verbesserung des Fahrenheit'schen Araeometers kann füglich auch das unter dem Nahmen des *Nicholson*'schen *Araeometers* (von *Nicholson* selbst Hydrometer genannt) bekannt gewordene Instrument *) betrachtet werden. Es unterscheidet sich von jenem, obgleich in der Hauptsache ganz auf dieselben Grundsätze gebauet, dennoch durch eine Vorrichtung, vermittelst welcher auch die spezifischen Gewichte der festen Körper gefunden werden können, und ist zu dieser Absicht vorzüglich vom *Abbé Hauy* empfohlen worden, der auch die Anwendung desselben zu solchen Versuchen ausführlich beschrieben hat **). Diefs Werkzeug wurde von seinem Erfinder aus verzinntem Eisenblech verfertiget; nun bedienet man sich aber hierzu gewöhnlich des Silbers oder Messings und gibt ihm folgende Einrichtung. Eine Röhre von dünn gehämmertem Metall, *Taf. II. Fig.* 19. *A.*, wird an beyden Enden mit zwey ebenfalls aus demselben Metallbleche getriebenen Kugelabschnitten *a*, *b* zusammen gelöthet und bildet den Körper des Araeometers. An seinem obern Ende ist in der Richtung der Achse, d. i. im Mittelpunkte, ein Draht *c* befestiget, der den Teller *d* trägt, welcher an demselben angelöthet ist. Am unteren Theile des hohlen Körpers *A* ist auf dieselbe Art ein stärkerer Metall-Draht angesetzt, der sich gabelförmig in zwey Theile theilet *d*, und einen hohlen und in seiner Spitze *e* mit Bley beschwerten, umgekehrten Kegel hält. Das Instrument mufs übrigens so beschaffen seyn, dafs es, sich selbst überlassen, im Wasser schwimme, sich dabey mit wenigstens dem vierten Theile seines Körpers *A* über der Oberfläche desselben erhalte, und mit und ohne die Belastung des Tellers *d* eine vertikale Richtung behaupte.

§. 259.

Die Anwendung dieses Araeometers zur Untersuchung der Flüssigkeiten ist, wie man schon aus seiner Form ersehen haben wird, ganz dieselbe, wie bey dem Fahrenheit'schen Araeometer (§. 253.); es kann also hier nur noch einige Belehrung über den Gebrauch desselben bey der Prüfung der spezifischen Gewichte von Metallen, Münzen, Mineralien, Edelsteine, Gläsern, Hölzern, kurz von festen Körpern nöthig seyn.

§. 260.

Es sey das spezifische Gewicht irgend eines festen Körpers zu bestimmen.

Das Erste, was bey solchen Versuchen erfordert wird, ist, dafs man wisse, wie grofs die Beladung des Instruments seyn dürfe. Gesetzt, dasselbe erfordere eine Gewichtszulage von

*) Manchester Memoires. Vol. II. Wassington and London 1787. 8. maj.

**) Journal d'Histoire naturelle. Paris 1792. 8. Tom. I. p. 94. Beschreibung eines bequemen Instruments zur Bestimmung des spezifischen Gewichts der Mineralien, in *Gren's* Journal der Physik. B. V. S. 502.

380 Gran, um im reinen destillirten Wasser bis zum Merkmahle *c Fig.* 19. *A*. einzusinken, so wird sich sein Gebrauch auch nur auf solche Körper einschränken, deren Gewicht diese 380 Gran nicht übersteigt.

Sodann rufe man sich jene Bedingungen in das Gedächtnifs, auf welchen die Erforschung des spezifischen Gewichtes eigentlich beruhet. (§. 253.). Es sind folgende:

1. Dafs man das absolute Gewicht des zu untersuchenden Körpers bey gegebenem Volumen bestimme;

2. das absolute Gewicht eines gleichen Volumens Wassers finde; und endlich

3. jenes mit diesem dividire.

§. 261.

Da das Volumen des zu prüfenden Körpers schon durch die feste Form gegeben ist, so hat man für die erste Bedingung nur das Gewicht desselben zu suchen, welches man auch folgender Mafsen findet. Man setzet das Araeometer in reines, am besten in destillirtes Wasser von + 14° Reaum. Temp., und leget in *d. Fig.* 19. so viele Gewichte auf, als hinreichend sind, dasselbe bis an das Merkmahl *c* einsinken zu machen. Wenn dieses mit aller Genauigkeit geschehen ist, so legt man auch den zu untersuchenden Körper auf den Teller *d*, nimmt aber dafür so lange von den vorhandenen Gewichtstheilen weg, bis das Instrument wieder in der vorigen Höhe schwimmet, und also genau bis *c* eingetaucht ist. Es ist einleuchtend, dafs der feste Körper nunmehr eben so viel Druck auf das Araeometer äufsert, als vorhin die nun hinweg genommenen Gewichtstheile: diese müssen folglich eben so viel betragen, als das absolute Gewicht des jetzt auf dem Teller liegenden Körpers. Gesetzt, man habe hierbey 330 Gran aus dem Teller *d* nehmen müssen: so ist das absolute Gewicht des auf diese Art abgewogenen Körpers bey gegebenem Volumen = 330 Gran.

§. 262.

Das absolute Gewicht eines gleichen Volumens Wassers erfährt man durch folgenden Handgriff. Man hebet das Instrument behuthsam aus dem Wasser, nimmt den zu untersuchenden Körper von *d*, *Fig.* 19., hinweg, leget ihn in die Vertiefung *f*, und setzet endlich, ohne etwas mehr hinweg zu nehmen, oder hinzu zu thun, das Araeometer wiederhohlt in das Wasser. Man wird dabey bemerken, dafs dasselbe nun nicht mehr so tief einsinket, wie vorher; weil der feste Körper nunmehr in *f*. eingetaucht ist, und durch den Druck des Wassers einen Theil seines Gewichts verloren hat. Die Gröfse dieses Gewichtsverlustes zu erfahren, lege man nun auf den Teller *d* neuerdings so viele Gewichte, als erforderlich sind, das Instrument bis an das Merkmahl *c* sinken zu machen. Gesetzt man habe zu dieser Absicht 44 Gran zulegen müssen, so weifs man, dafs der untersuchte Körper 44 Gran von seinem Gewichte verloren hat. Man weifs aber auch (§. 61.), dafs dieser Gewichtsverlust genau so viel beträgt, als das absolute Gewicht eines dem Volumen des geprüften Körpers gleich grofsen Volumens Wassers; womit denn auch die zweyte Bedingung erfüllt ist.

Um nun aus diesen beyden bekannten Gröfsen auch die dritte unbekannte, d. i. das spezifische Gewicht zu folgern, darf man nur noch die Division verrichten, wobey man, wie folgt (§. 9.),

```
44|330|7,5
  |308|
  -----
    220
    220
    ---
     -
```

im Quotienten das spezifische Gewicht des untersuchten Körpers = 7,5 = 7,500 findet.

§. 263.

Diese Erfindung hat bey Mineralogen, Numismatikern und Juwelenhändlern mit Recht sehr bald einen grofsen Beyfall gefunden; denn sie leistet in diesen Fächern so wesentliche Dienste, dafs sie in den meisten Fällen die hydrostatische Wage vollkommen ersetzen kann. Vorzüglich geschickt aber ist diefs kompendiöse Araeometer zur Untersuchung der Edelsteine; zu welcher Absicht dasselbe höchstens 5 Zoll Höhe bekommt, und der Stiel *c Fig.* 19. aus einem sehr dünnen Drahte verfertiget wird. Es ist dann so empfindlich, dafs man, so klein

auch das Volumen der Juwelen zu seyn pflegt, die spezifischen Gewichte dennoch mit Zuverlässigkeit bis auf die dritte Dezimal-Stelle finden kann. Aber auch in vielen andern bey der Anweisung zum Gebrauche der hydrostatischen Wage (§. 62. u. f.) angezeigten Fällen kann diefs Instrument mit Nutzen angewendet werden.

§. 264.

Körper, die spezifisch leichter sind als das Wasser, werden bey der Anwendung dieses Instrumentes mit schwerern Körpern, deren Gewichtsverlust im Wasser aber vorher schon gesucht und aufgehoben worden ist, verbunden, und so in *f. Fig.* 19. eingelegt. Ein Bleydraht ist nach meinen Erfahrungen zu dieser Absicht vorzüglich gut zu brauchen, da derselbe, schon während der zu untersuchende Körper auf dem Teller *d* in der Luft abgewogen wird, in *f* liegen, und also als integrirender Theil des Araeometers angesehen werden kann. Wird hernach der zu prüfende Körper von *d* nach *f* übersetzt, so findet man den Draht schon daselbst, man darf ihn also nur über jenen Körper zusammen biegen, und dann wie gewöhnlich verfahren, um ohne weitläuftige Rechnung den Gewichtsverlust, und endlich auch das spezifische Gewicht des festen Körpers zu finden (§. 71.).

§. 265.

Bey Körpern, die im Wasser auflöslich sind, wird an die Stelle des Wassers, je nach Umständen, Alkohol oder Terpenthin-Oehl angewendet. Allein bey diesen Versuchen ist der Gewichtsverlust des untersuchten Körpers auch immer nur = dem absoluten Gewichte einer seinem Volumen gleichgrofsen Menge derjenigen Flüssigkeit, deren man sich bey dem Versuche bedient hat: es mufs folglich der wahre Gewichtsverlust, den jener Körper im Wasser erlitten haben würde, oder das Gewicht eines gleichen Volumens Wassers, nach der bereits im zweyten Abschnitte gegebenen Anleitung (§. 65.) zuerst gesucht werden, ehe und bevor man zur Division und zu der auf derselben beruhenden Folgerung des spezifischen Gewichtes schreiten kann.

§. 266.

Säuren und andere die Metalle angreifende Flüssigkeiten würden mit diesem Instrumente nur in dem Falle geprüft werden können, wenn dasselbe aus Glas verfertiget werden sollte; allein dabey müfste, wegen der grofsen Zerbrechlichkeit des Glases, der Stiel *c* viel stärker als gewöhnlich gemacht werden. Durch diese Abänderung würde aber das Araeometer seine grofse Empfindlichkeit verlieren und also zur Untersuchung fester Körper unbrauchbar werden. Die zu dieser Absicht angebrachte Vorrichtung *d d f e* würde demnach überflüssig werden; wodurch man am Ende wieder auf *Fahrenheits* Araeometer zurück käme.

§. 267.

Bey allen Vollkommenheiten und Vorzügen des *Nicholson*'schen Araeometers treffen dasselbe aber dennoch auch einige nicht grundlose Vorwürfe, um derentwillen mancher Naturforscher die Anwendung desselben meidet. Man tadelt nähmlich Folgendes daran:

1. erträgt jedes Araeometer dieser Art, wie wir bereits wissen, nur eine Beladung von bestimmter Gröfse und kann also zur Untersuchung von solchen Körpern, die mehr wiegen, als das Instrument tragen kann, nicht angewendet werden.
2. ist dasselbe bey einer etwas stärkern Beladung immer zum Umschlagen oder doch wenigstens zu einer schiefen Stellung mehr oder weniger geneigt.
3. endlich ist die Anwendung desselben schon darum einiger Mafsen unbequem, weil, wenn man zufällig am Gewichte auch nur um ein oder zwey Gran zu viel aufleget, dasselbe sogleich bis an den Teller *d Fig.* 19. ins Wasser sinket, wobey sodann der Teller benetzt wird, und also das ganze Instrument heraus genommen und getrocknet werden mufs; ferner weil, wenn dieser Fall bey einem und demselben Versuche zwey bis drey Mahl eintritt, wie es wohl bey einiger Unvorsichtigkeit zu geschehen pflegt, dadurch die Manipulation um vieles weitläuftiger wird, als sie selbst mit der hydrostatischen Wage seyn würde.

§. 268.

So wahr indessen diese Bemängelungen sind, so leicht ist denselben aber auch abzuhelfen.

Der ersten Einwendung begegnet man am sichersten dadurch, daſs man von diesem Instrument billiger Weise nicht mehr verlangt, als es vermöge seiner Konstruktion wirklich leisten kann, und sich also, wenn man alle mit Mineralien oder andern festen Körpern vorzunehmende Versuche umfassen will, 3 bis 4 solche Araeometer von verschiedener Gröſse verfertigen läſst. Die Kostbarkeit kann hier wohl schwerlich eingewendet werden; denn hat man nur ein Mahl das kleinste Instrument vorräthig, so werden die gröſseren zuverlässig weniger kostbar seyn, weil sie aus Messing oder verzinntem Eisenbleche von jedem Klempner sehr leicht verfertiget werden, und alle zusammen noch lange nicht so viel kosten können, als eine gute hydrostatische Wage.

§. 269.

Der zweyte Fehler dieses Werkzeuges entspringet aus der cylindrischen Form seines Körpers; denn der untere Theil desselben, *Fig.* 19. *A. b.*, ist wohl eher geeignet, das Umschlagen des Instruments, als eine vertikale Richtung desselben zu bewirken. Man gebe ihm daher die *Taf. II. Fig.* 20. abgebildete Gestalt, indem man den Körper desselben, *A.* aus zwey möglichst dünnen Metallplatten zusammen setzet, deren eine zu einem Kugelabschnitte *a*, die andere hingegen zur Form eines umgekehrten Kegels *b* ausgetrieben worden ist; und verbinde mit diesem hohlen und leichten Körper, mittelst eines längeren Stängelchens *c*, den Senkel und die Vorrichtung zur Aufnahme der festen Körper *d*. Bey einer solchen Einrichtung wird das Instrument, selbst mit der gröſsten Beladung, eher untersinken, als umschlagen können. Es wird aber hierbey, weil der Durchmesser *e f* gröſser geworden ist, auch ein etwas gröſseres Wassergefäſs und eine gröſsere Menge Wassers erforderlich seyn; allein dieſs ist kein Fehler, so lange noch das Wasser ohne Kosten zu bekommen ist.

§. 270.

Die dritte Bemängelung endlich gründet sich auf den schönsten Vorzug dieses Instruments, auf seine groſse Empfindlichkeit, und es ist mir gelungen, jene durch folgende einfache Vorrichtung gänzlich zu beseitigen. Ich lasse nähmlich auf den Stiel *b* nicht den Teller *i* selbst, sondern nur den Träger desselben *k*, der *Fig.* 21. auch einzeln abgebildet ist, und mittelst seiner drey Arme *a b c* den Teller umfassen kann, befestigen; der Teller *Fig.* 20. *i* hingegen macht für sich ein Ganzes aus, und kann, so oft man will, hinweg genommen werden. Aus dieser Einrichtung entstehet die Bequemlichkeit, daſs man den Teller mit der ganzen Beladung hinweg nehmen, und die Gewichte ohne die Besorgniſs, daſs etwas ins Wasser fallen möchte, alle zusammen auf ein Papier ausschütten und sie so abzählen kann. Ich verbinde ferner jenen Teller mit drey nach verschiedenen Richtungen ausgehenden Drähten, *Fig.* 20. *l*, *m*, *n*, *Fig.* 22. *a*, *b*, *c*; wodurch ich den Vortheil erreiche, daſs nun das Instrument, selbst wenn es überladen ist, nicht mehr untertauchen kann; weil jene Drähte, in jedem Falle dieser Art, auf die Mündung des Wassergefäſses *Fig.* 20. *g* aufsitzen und dadurch das fernere Einsinken des Araeometers verhindern.

§. 271.

d) Hydrostatische Wage von Tralles.

In die Reihe der Araeometer mit veränderlichen Gewichten gehört nach seiner Konstruktion gewisser Maſsen auch jenes Instrument, welches Herr Professor *Tralles* in Berlin erfunden und unter dem Nahmen einer hydrostatischen Wage folgender Maſsen beschrieben hat *). Von einem hohlen Körper, *Taf. II. Fig.* 23. *A.*, gehet ein an demselben befestigter kurzer und dünner cylindrischer Hals *B* hervor, der mit einem dreyfach gebogenen Arme *C*, *D*, *E*, verbunden ist. Diesen hohlen Körper bringet man in ein cylindrisches Glas, welches den Arm auſserhalb läſst, und setzet dieſs Gefäſs auf ein dazu geeignetes Gestelle *G* so hoch, daſs eine an dem untern Ende des Armes hängende Schale *F* noch etwas Spielraum behält, um sich auf und nieder bewegen zu können. Hierauf gieſset man irgend eine Flüssig-

*) Gilbert's Annalen der Physik. XXX. B. S. 384. *Hermbstädt's* Bulletin des Wissenswürdigsten. 1809. II. B. S. 143.

keit, z. B. Wasser, in das Glas, und belastet die Schale mit so vielem Gewichte, als nöthig ist, um das Instrument bis an eine an dem dünnen Stiele *B* bezeichnete Stelle in der Flüssigkeit einsinken zu machen. Damit aber die solchergestalt schwimmende Wage auch eine gerade Richtung erhalte und sich nicht etwa an die inneren Seiten des Gefäfses anlehne, so mufs der untere Theil des Armes gehörig gestellt seyn, welches sich jedoch durch einige Versuche sehr leicht bewerkstelligen läfst. Man bieget zu dem Ende den Theil *E* des Armes so lange hin und her, und verschiebt dabey die an demselben hängende Schale so lange, bis man eine Stellung trifft, in welcher der Stiel *B* einen gegen die Oberfläche des Wassers rechtwinklichten Stand annimmt. Die Stelle, worauf sodann der wahre Aufhängepunkt für die Schale trifft, wird ein für alle Mahl bemerkt.

§. 272.

Niemand kann der hier beschriebenen Wage die gröfste Einfachheit abstreiten. Eine hohle Glaskugel und ein Metall-Draht, den man in ihre Oeffnung einkittet und gehörig biegt, sind alles, was man bedarf, um sich auf der Stelle eine Wage zu verfertigen, mit welcher man einige Unzen schwere Körper bis zum 50sten Theile eines Granes richtig abwiegen kann.

Herr Professor *Tralles* gerieth vor 23 Jahren auf diese Erfindung, indem er nachdachte, wie er sich eine höchst empfindliche Wage, die auch auf Bergreisen bequem zu gebrauchen sey, verfertigen lassen könnte. Man sieht indessen bald ein, dafs sie eben so wohl zur Untersuchung der spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten angewendet werden kann.

§. 273.

Will man dieses Instrument als eine gemeine aber sehr empfindliche Wage brauchen, um das absolute Gewicht irgend eines festen Körpers zu finden; so legt man denselben auf die Schale *F* und nimmt so lange Gewichte von derselben hinweg, bis die Wage genau zu jenem Punkte hervor steiget, bis zu welchem sie auch vorher, als sie blofs das Gewichts-System enthielt, eingesunken war. Das abgenommene Gewicht ist nun offenbar dem Gewichte des festen Körpers gleich. Es ist indessen darauf zu achten, dafs die Temperatur der Flüssigkeit während der Operation sich nicht geändert habe. Ist man also hiervon nicht sicher überzeugt, so legt man die Gewichte neuerdings vollständig an die Stelle des Körpers auf, und sieht zu, ob die Wage nun wieder denselben Stand einnimmt wie zuvor. Wenn dieses nicht erfolgt, so kann man für das, was man mehr oder weniger hat auflegen müssen, in Beziehung auf das Gewicht des Körpers, die gehörige Berichtigung machen; am besten aber thut man wohl, wenn man in solchen Fällen den Versuch wiederhohlet.

§. 274.

Soll hingegen diese Wage als Araeometer zur Bestimmung der spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten dienen, so verfährt man, wie bereits oben bey der Beschreibung des Fahrenheit'schen Araeometers gelehrt worden ist (§. 253.), wie aber auch Herr Professor *Tralles* in seiner Abhandlung über die spezifischen Gewichte der Mischungen aus Alkohol und Wasser *) gezeigt hat. Man läfst nähmlich den Körper *A* des Instruments bis zur festgesetzten und mit *B* bezeichneten Stelle in der zu untersuchenden Flüssigkeit einsinken; sieht dann das Total-Gewicht der Wage, d. i. ihr eigenes Gewicht addirt zu den in *F* aufgelegten Gewichtstheilen, als das absolute Gewicht eines dem eingetauchten Körper *A* gleichgrofsen Volumens der Flüssigkeit an; sucht hierauf auf demselben Wege auch das Gewicht einer gleichen Menge Wassers, und dividirt endlich jenes mit diesem (§. 57.). Jedermann wird übrigens einsehen, dafs man auch bey diesen Versuchen die Temperatur der Flüssigkeiten genau beobachten müsse; auch ist es einleuchtend, dafs diese Wage bey scharfen Flüssigkeiten nicht angewendet werden kann, weil in solchen Fällen der Metall-Draht *B*, so wie die Verkittung, mittelst welcher dieser in die Mündung des hohlen Körpers *A* befestiget ist, würde angegriffen werden.

B. Araeometer mit Gradleitern.

§. 275.

So wenig, als man über die Zeit, in welcher die vorhin beschriebenen Araeometer mit Gewichten erfunden worden sind, unterrichtet ist; eben so wenig weifs man auch von dem

*) *Gilbert's* Annalen der Physik, neue Folge. B. VIII. S. 53.

Ursprunge jener Senkwagen, die mit Gradleitern versehen sind, und durch ihr mehr oder minder tiefes Einsinken zur Beurtheilung der Flüssigkeit führen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist aber diese Erfindung noch weit älter als jene; denn man findet Spuren, die darauf hindeuten, daſs schon im vierten Jahrhunderte unserer dermahligen Zeitrechnung, unter der Benennung *Baryllion*, ein Instrument bekannt gewesen sey, welches mit unsern Araeometern Aehnlichkeit gehabt zu haben scheinet *). Auch möchte man in Anbetracht der wenigen und unvollständigen Nachrichten, die über diesen Gegenstand aus der vergangenen Zeit auf uns gekommen sind, vermuthen, daſs die Erfindung der Araeometer mit Gewichten das Resultat eines auf wissenschaftliche Ansichten gegründeten Nachdenkens, die Erfindung der mit Gradleitern versehenen Instrumente hingegen ein Werk des bloſsen Zufalls gewesen sey und also den Empyrikern zugehöre. In dieser Meinung wird man durch den Zustand, in welchen sich diese Art von Araeometern so lange erhalten hat, nur noch mehr bestärkt; denn es ist gewiſs, daſs, wenn man diese Instrumente von denselben Ansichten, die auch jene mit Gewichten zur Vollkommenheit gebracht haben, geleitet, bearbeitet hätte, ihr Zustand, bey allen zu überwindenden Schwierigkeiten, so mangelhaft nicht geblieben seyn würde, als er beynahe bis auf unsere Zeiten wirklich geblieben ist.

a) Beschreibung der bekanntesten Araeometer mit Gradleitern.

§. 276.

Der erste feste Körper, welcher als Araeometer mit unveränderlichem Gewichte gebraucht worden ist, scheint ein Hühnerey gewesen zu seyn, wenigstens wird desselben als Probemittels der Bierwürze, der Methbrühe und der Seifensiederlauge in sehr alten Schriften erwähnt; ja, was diese Meinung vorzüglich unterstützt, in den Morgenländern, woselbst man von unsern Büchern eben nicht viel Notiz nimmt, bedienet man sich heut zu Tage noch bey dem Brauen Bier ähnlicher Getränke, beym Methsieden und bey Bereitung der Seifensiederlauge dieses Probemittels, indem man jene Flüssigkeiten so lange sieden läſst, bis ein in einem durchlöcherten Löffel hinein gehaltenes Hühnerey in der siedenden Flüssigkeit nicht mehr untersinket, in der erkalteten aber, *Taf. II. Fig.* 24. *A.* mit einem bestimmten Theile seines Volumens über die Oberfläche derselben hervorragend, schwimmet.

§. 277.

Die Unvollkommenheit und Zerbrechlichkeit dieses Instruments muſste jedoch sehr bald zu Versuchen anreitzen, dasselbe dauerhafter und zweckmäſsiger einzurichten; man verfertigte sich also Kugeln aus lackirtem Holze, aus Bein, Elfenbein, Bernstein und endlich aus dünngeschlagenem Metall, oder aus hohlgeblasenem Glase, *Taf. II. Fig.* 25. *A.*, deren man sich an der Stelle des Hühnereyes bediente. Um diesen Werkzeugen sodann auch eine gröſsere Sicherheit zu geben, versahe man dieselben späterhin an einem festgesetzten Theile ihrer Peripherie mit einem Gewichte *a*, indem man entweder die hierzu erforderliche Menge Bley in eine von auſsen eingebohrte Oeffnung eingoſs, oder bey hohlen Körpern im inneren Raume befestigte. Am entgegen gesetzten Theile aber verzeichnete man mehrere Kreise *b c d*, damit, während diese Probekugeln durch das Gewicht *a* immer in gleicher Richtung erhalten würden, an jenen Kreisen das mehr und minder tiefe Einsinken desto bequemer und schärfer beobachtet werden könne. Durch diese Verbesserung erlangte man nun zwar allerdings den Vortheil, daſs sich zwey bis drey Hauptunterschiede im spezifischen Gewichte oder in der Dichtheit der Flüssigkeiten weit genauer als vorher beurtheilen lieſsen. Allein damit konnte man sich nicht lange begnügen; denn mit den Fortschritten der chemischen Kenntnisse stieg auch das Bedürfniſs eines Hülfsmittels zur leichteren Bestimmung auch minder bedeutender Abstufungen im spezifischen Gewichte.

§. 278.

Man machte daher in der Folge den Vorschlag, statt einer einzigen gröſseren mehrere kleinere Probekugeln *Taf. II. Fig.* 26. *A.* alle von gleichem Volumen, aber verschiedenem Gewichte, oder von gleichem Gewichte und verschiedenem Volumen, deren jede vermöge dieser Einrichtung nur eine kleine und ihr eigenthümliche Differenz des spezifischen Gewichts umfassen sollte, zu verfertigen, und bey jedem Versuche alle zusammen in die Flüssigkeit zu schütten; wobey sodann diejenigen Kugeln, welche schwerer seyn würden *a*, zu Boden sinken, unter den leichteren, schwimmenden *b*, aber die am meisten eingetauchten *c* die Dicht-

*) Opera mathematica Fermatii. Tolosae. 1679. fol. sub. fin.

heit des Fluidums anzeigen sollten. So gut aber dieser Plan auch ausgedacht war, und obschon man ähnliche Kugeln auch in der neuern Zeit noch in England unter dem Nahmen der *hydrostatischen Kugeln* (Engl. *Hydrostatik Balls*) *) angewendet hat, so kam er dennoch nie zur allgemeinen Ausführung; denn schon bey den ersten mifslungenen Versuchen mufste man erfahren, wie schwierig es sey, diesen Probekugeln immer gleiche Volumina zu geben, oder wenn sie ungleich waren, die denselben angemessenen Gewichte zu finden.

§. 279.

Durch diese Hindernisse abgeschreckt kam man nun neuerdings auf die Wahl eines einzigen schwimmenden Körpers zurück, indem man die Kugel *Taf. II. Fig. 27. A.* an ihrem obern Theile *a b* zur Kegelform ausdehnte, um mehrere Kreise, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, anbringen und folglich auch mehrere Unterschiede des Einsinkens beobachten zu können. Weil aber dieses Werkzeug gar sehr zum Umschlagen geneigt war, so versahe man dasselbe endlich an seinem untern Theile *Taf. II. Fig. 28. g* mit einem Gegengewichte, wodurch es immer in vertikaler Richtung erhalten werden sollte. Bey dieser Form des Araeometers ist man eine geraume Zeit hindurch stehen geblieben, und hat dasselbe vorzüglich zur Untersuchung der Salzsolen angewendet. Allein man bemerkt wohl, dafs diese Einrichtung noch sehr unvollkommen war. Die auf dem Instrument befindlichen Ringe, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, bezeichneten nähmlich bey gleicher Entfernung sehr ungleiche Volumina; und dasselbe war daher nicht nur zur Vergleichung der Unterschiede in den spezifischen Gewichten überhaupt sehr ungeschickt; sondern bey schwereren Flüssigkeiten, in denen es z. B. nur bis *d*, *e* oder *f* einsank, auch überaus unempfindlich, weil in solchen Fällen die gleichweit von einander entfernten Kreise bey weiten gröfsere Volumina des Instruments abtheilten, als oben in *a b c*.

§. 280.

Um diesen Mängeln zu begegnen und auf eine leichte Weise gleichgrofse Volumina am hervorragenden Theile des Insruments auszeichnen zu können, gab man demselben daher die Cylinder-Form, *Taf. II. Fig. 29. A*; wobey man dann freylich, vorausgesetzt, dafs das Instrument wirklich ein Cylinder war, blofs durch die gleiche Entfernung der Kreise *a b c d* auch gleiche Volumina bezeichnen konnte. Allein diefs Werkzeug hatte den wesentlichen Fehler an sich, dafs dasselbe weit unempfindlicher war, als man es wünschte; denn das zwischen zwey auf demselben verzeichneten Kreisen, z. B. zwischen *a* und *b*, befindliche Volumen war immer noch ein viel zu grofser aliquoter Theil des ganzen schwimmenden Körpers, als dafs man bey seinem Einsinken kleine Differenzen im spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten hätte wahrnehmen können.

§. 281.

Um das Instrument empfindlicher zu machen und es zugleich gegen das Umschlagen zu sichern, gerieth man endlich nach unzähligen kleinen Abänderungen, die indessen hier füglich übergangen werden können, auf jene Form, in welcher die Araeometer nun schon seit beyläufig zwey Jahrhunderten bekannt sind. Man wählte nähmlich zum oberen Theile der Instruments, *Taf. II. Fig. 30 a b*, einen hohlen und sehr leichten Cylinder von kleinerem Durchmesser, vergröfserte dann um so viel, als man hierbey am Volumen erspart hatte, das Volumen des mittleren Theils, dem man die Kugelform *c* gab; und verband endlich diese hohle und möglichst leichte Kugel mittelst eines schmalen Cylinders mit einer ebenfalls hohlen kleinern Kugel *d*, in welcher man so viel Quecksilber oder Bleykörner einschlofs, als hinreichend war, das Instrument im Wasser, je nach Verschiedenheit der Absichten, zu welchen es dienen sollte, bis *a* oder bis *b* einsinken und zugleich lothrecht schwimmen zu machen **). Durch diese Einrichtung erreichte man nicht nur jene Absichten ganz vollkommen; sondern man wurde über diefs noch in den Stand gesetzt, die Empfindlichkeit dieser Instrumente willkührlich bis zu jedem beliebigen Grade erhöhen zu können; denn man durfte nur den Durchmesser des Theiles *a b* vermindern, oder den Durchmesser der Kugel *c* verhältnifsmäfsig vergröfsern, so trat ein anderes Verhältnifs zwischen den Voluminibus beyder Theile ein; derselbe aliquote Theil des Gesammt-Volumens machte nun ein viel längeres Stück des Theiles *a b* aus, dieser konnte folglich in mehrere kleinere Theile abgetheilt werden; und je mehr man solche Theile erhielt, je gröfser mufste auch die Empfindlichkeit werden.

*) Doctor *Wilson* in Glasgow ist der Erfinder dieser einfachen Methode, den Gehalt geistiger Flüssigkeiten zu bestimmen.

**) Philos. Transact. num. 24. pag. 477.

§. 282.

Die Anwendung dieser Instrumente gründet sich ebenfalls auf jenes Gesetz (§. 242.), vermöge welchem ein fester Körper in jeder Flüssigkeit, die spezifisch schwerer ist, als er selbst, nur so lange und nicht länger sinken kann, als bis er eine sein eigenes Gewicht aufwiegende Menge derselben aus ihrer Stelle getrieben hat. Wenn aber der feste Körper dieses auch wirklich bewerkstelligen soll, so muſs er, wie man wohl einsieht, zugleich so tief einsinken, daſs er den ganzen Raum, in welchem sich die nunmehr vertriebene Flüssigkeit vorher befunden hat, auszufüllen vermag, und der eingetauchte Theil seines Volumens wird folglich immer genau so groſs seyn, als das Volumen der vertriebenen Flüssigkeit. So oft man also einen solchen Körper in irgend eine Flüssigkeit einsinken läſst, die spezifisch schwerer ist als er selbst, erhält man dadurch zugleich alle Data, die zur Erforschung ihres spezifischen Gewichtes erforderlich sind, nähmlich das absolute Gewichte derselben in gegebenem Raume (§. 49.). Der Raum oder das Volumen der Flüssigkeit ist gegeben durch das Volumen des eingetauchten Theils, und ihr Gewicht durch das Total-Gewicht des schwimmenden Körpers. Wenn man folglich das Araeometer *Taf. II. Fig.* 30. *a. d*, dessen Gewicht wir gleich 480 Gran annehmen, in eine Flüssigkeit setzet, und es sinket darin z. B. bis *c* ein; so ersieht man daraus ganz bestimmt, daſs das aus seiner Stelle getriebene Volumen der Flüssigkeit gerade so groſs gewesen ist, als der Körper des Instruments von *c* bis *d*. Man weiſs aber zugleich auch, daſs ein solches Volumen dieser Flüssigkeit 280 Gran wiegen wird, weil das Instrument selbst eben so viel Gewicht besitzt; und um aus diesem Verhältnisse des Volumens zum Gewichte auch ihr spezifisches Gewicht zu folgern, hat man sodann nichts weiter mehr zu thun, als daſs man auch das absolute Gewicht eines gleichen Volumens Wassers suche, und mit diesem das absolute Gewicht der zu prüfenden Flüssigkeit dividire (§. 57.). Thut dieses aber der Verfertiger eines solchen Instruments selbst, und schreibt das auf diese Weise gefundene spezifische Gewicht sogleich unter den Theilstrich *c*, und suchet und bezeichnet er eben so auch die spezifischen Gewichte für die ganze Stufenleiter von *a* bis *b*; so wird er endlich ein Instrument zu Stande bringen, mit dessen Hülfe das spezifische Gewicht jeder Flüssigkeit auf eine leichte Art zu finden seyn wird; denn man wird ein solches Araeometer bloſs in die Flüssigkeit setzen dürfen, um sogleich und ohne alle Umstände an seiner Gradleiter auch lesen zu können, wie groſs ihr spezifisches Gewicht sey.

§. 283.

Wäre man gleich Anfangs bey der Verfertigung der Araeometer mit Gradleitern von den im vorigen Paragraphen enthaltenen Ansichten ausgegangen, so hätte man ohne Zweifel vor hundert und mehreren Jahren schon sehr gute Araeometer haben können; und wir würden vielleicht gegenwärtig diese Instrumente in einer solchen Vollkommenheit besitzen, daſs nichts mehr zu wünschen übrig bliebe. Allein man that das nicht, und konnte es wohl auch nicht füglich thun, weil man sich in der früheren Zeit von dem, was eigentlich während dem Einsinken fester in flüssigen Körpern vorgehet, sehr schwankende, oft auch irrige Vorstellungen machte, und späterhin, wie wir in der Folge sehen werden, gar zu fest an einigen falschen Voraussetzungen klebte, die der mechanischen Ausführung solcher Instrumente sehr hinderlich waren. Es würde zu einer groſsen und unnützen Weitläuftigkeit führen, wenn man alle Versuche, die in dieser Hinsicht gemacht worden sind, sammeln und beschreiben wollte; ich werde mich daher sehr kurz fassen, indem ich hiervon einige Nachricht gebe und sodann zur Beschreibung einiger von jenen Instrumenten über gehe, die gegenwärtig bey Künsten und Gewerben die gangbarsten und bekanntesten sind.

§. 284.

Die ersten Versuche, diese Art von Araeometern zur Prüfung der Flüssigkeiten tauglich zu machen, waren höchst unvollkommen, und beschränkten sich bloſs darauf, daſs man den Stiel derselben, *Taf. II. Fig.* 30. *a. b.*, durch einige an willkührlich gewählten Stellen angebrachte Linien, *a e f b*, in mehrere kleinere Volumina abtheilte, und dann bey dem jedesmahligen Gebrauche, aus dem mehr und minder tiefen Einsinken der Instrumente, welches man an diesen Merkmahlen bequemer beobachten konnte als vorhin, auch auf die Güte der untersuchten Flüssigkeiten schloſs. Wenn man also aus Erfahrung wuſste, daſs ein solches Instrument in irgend einer Flüssigkeit, von deren Güte und Stärke man sich vorher auf andern Wegen überzeugt hatte, z. B. bis *e* eingesunken war; so setzte man voraus, daſs dasselbe hernach auch in jeder andern dieselben Bestandtheile enthaltenden Flüssigkeit von gleicher Konzentration immer wieder bis *e* einsinken werde. Geschah dieſs bey irgend einer Probe

nicht, und sank das Instrument z. B. nur bis *f* ein; so schloſs man aus dieser Erscheinung, je nach Umständen auf eine gröſsere oder mindere Güte der untersuchten Flüssigkeit. Auf eine gröſsere Güte schloſs man hierdurch bey allen jenen flüssigen Körpern, deren spezifische Gewichte bey steigender Konzentration zunehmen; auf eine mindere Güte hingegen bey jenen, bey welchen das Gegentheil Statt findet, d. i. bey geistigen Flüssigkeiten, Naphten u. dergl., und man hielt diese Mischungen in dem Maſse für besser oder weniger gut, als der Punkt, bis zu welchem sich das Instrument eingetaucht hatte, mehr oder weniger von dem Anhaltpunkte *e* entfernt war. Man konnte also bey dem Gebrauche solcher Instrumente im Grunde nicht viel mehr wissen, als daſs eine Flüssigkeit mehr oder weniger konzentrirt sey, oder daſs die eine eine gröſsere oder geringere Dichtheit besitze als die andere; wie groſs aber dieser Unterschied sey, blieb unbekannt.

§. 285.

Diesem wesentlichen Mangel abzuhelfen, versuchte man es in der Folge, die Eintheilungen der auf dem Stiele der Araeometer, *Fig.* 30. *a b*, befindlichen Gradleitern auf die Erfahrung zu gründen und auf solche fixe Anhaltpunkte zurück zu führen, die immer wieder sicher zu finden wären, und mit deren Hülfe man folglich jederzeit und an verschiedenen Orten übereinstimmende Instrumente verfertigen könnte. Man machte zu dem Ende nach verschiedenen Verhältnissen zusammen gesetzte Mischungen, setzte die Araeometer in dieselben, und bezeichnete jene Stellen, bis zu welchen sie einsanken, mit Linien und mit Zahlen, die sich auf diese Versuche bezogen und so die Gradleitern formirten.

§. 286.

So machte man z. B. Mischungen aus 3, 2, 1 Theilen guten Bieres und 1, 2, 3 Theilen Wassers, lieſs die Araeometer zuerst in gutes Bier, dann in diese Mischungen und endlich in reines Wasser einsinken, und bezeichnete die Stellen, bis zu welchen jene eingesunken waren, mit Linien und mit den Ziffern 0, 1, 2, 3, 4. Man nannte diese Araeometer, die, wie man bemerkt, einzig und allein zur Untersuchung der Biere bestimmt seyn konnten, *Bierproben*, *Bierspindeln*, *Bierwagen*, und schloſs bey jedem Versuche, daſs die geprüfte Flüssigkeit, je nachdem ein solches Instrument bis zu 1, 2, 3 oder 4 eingesunken war, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ Wasserzusatz enthalte, oder aber reines Bier sey *).

Auf dieselbe Weise gradirte man eigene Instrumente zur Prüfung der Weine, die man *Weinproben*, *Weinspindeln*, *Weinmesser* nannte; die aber, wie die Bierproben, aus Ursachen, welche schon im dritten Abschnitte (§. 231.) erläutert worden, nie zuverlässig gewesen sind und nie zuverlässig werden können.

§. 287.

Mit günstigerem Erfolge bearbeitete man einige andere Arten von Araeometern, die man ausschlieſslich zur Prüfung der Salzsolen, anderer Salzauflösungen, der Pottaschen- und Soda-Laugen und des Branntweins bestimmte, und, nach ihren Zwecken, *Salzspindeln*, *Gradier-Wagen*, *Salzwagen*, *Solwagen*, oder *Laugenmesser*, *Kalimeter*, oder *Branntweinproben*, *Branntweinspindeln*, *Branntweinwagen*, *Geistwagen*, *Geistmesser*, *Alkoholometer* nannte, und es konnte in diesen Fällen auch um so leichter etwas geleistet werden, da alle diese Flüssigkeiten für die gegenwärtige Absicht als Mischungen aus zwey Bestandtheilen (§. 228.) angesehen werden können.

§. 288.

Bey der Gradirung der Araeometer für Kochsalz- und überhaupt für alle Salzauflösungen hat man zwar sehr verschiedene Methoden befolgt, allein die zweckmäſsigsten unter allen sind wohl jene beyden, nach welchen sie entweder auf Procente oder auf Lothe eingerichtet worden sind. Im ersten Falle wurden die Mischungen, in welchen die Instrumente gradirt werden sollten, aus 99, 98, 97, 96 u. s. w. Theilen Wassers, und 1, 2, 3, 4 u. s. w. Theilen Salzes, im zweyten hingegen aus 31, 30, 29, 28 u. s. w. Theilen Wassers, und 1, 2, 3, 4 u. s. w. Theilen Salzes zusammen gesetzt, und die in diesen Mischungen gradirten Instrumente muſsten dann, wie leicht einzusehen, wenn sie bey andern dieselben Bestandtheile enthaltenden Flüssigkeiten bis zu jenen Graden einsanken, je nachdem sie nach einer oder

*) Abhandlung der königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften, übersetzt von Kästner, 1763. S. 49.

der andern Methode eingerichtet waren, entweder auf 1, 2, 3, 4 Theile (Procente) in 100 Theilen oder auf eben so viel Loth Salz in einem Pfunde der untersuchten Flüssigkeit hindeuten.

§. 289.

Minder glücklich war man in der Gradirung der Branntweinproben, obgleich man dabey dieselben Regeln beobachtete. Allein das war auch beynahe nicht anders möglich; denn wenn man dort zu jeder Zeit ein nur wenig verschiedenes Salz bekommen konnte, so erhielt man dagegen hier, bey der mehrmahligen Wiederhohlung einer und derselben Bereitungsart des Alkohols, Flüssigkeiten, die oft in ihren Eigenschaften sehr wesentlich von einander verschieden waren. So grofs nun aber die Verschiedenheit zwischen jenen Flüssigkeiten gewesen war, die man zu verschiedenen Zeiten als Normal-Alkohol gebraucht hatte, so grofs war auch der Unterschied zwischen den aus diesem Alkohol und Wasser nach gleichen Verhältnissen zusammen gesetzten Mischungen, und eben so beträchtlich mufsten endlich die Abirrungen in den Graden jener Instrumente seyn, die in diesen verschiedenen Flüssigkeiten gradirt worden waren. Man gab übrigens diesen Instrumenten allgemein eine solche Einrichtung, die sich auf die Unterabtheilungen des gröfseren Flüssigkeitsmafses oder Eimers eines Landes bezog, und theilte demnach in Ländern, wo der Eimer z. B. in 40, 60 oder 64 Mafs eingetheilt war, auch die Gradleiter derselben in 40, 60 oder 64 Grade, damit man bey dem Einsinken derselben sogleich den Gehalt an Normal-Alkohol in einem Eimer erfahren möge.

§. 290.

Die Schwierigkeiten, mit welchen die Darstellung immer gleich konzentrirter Flüssigkeiten verbunden war, und hauptsächlich die Umständlichkeit und Mühe, der man sich unterziehen mufste, wenn jeder einzelne Grad durch einen besondern Versuch bestimmt werden sollte, veranlafsten aber sehr bald, dafs man diese Methode, deren Befolgung wahrscheinlich in kurzer Zeit zur Wahrheit geführt haben würde — im Stiche liefs, und ein Verfahren suchte, vermöge welchem *nur zwey feste Punkte* durch wirkliche Versuche bestimmt werden durften, und der Zwischenraum blofs in gleiche Theile getheilt werden sollte. Unter den mannigfaltigen Vorschlägen, die in dieser Absicht gemacht worden sind, will ich nur folgende anführen.

§. 291.

Muschenbroek *) schlug ein Araeometer vor, welches mit Hülfe eines unten angeschraubten Gewichtes, *Taf. II. Fig. 31. c*, im Regenwasser bis an das Ende des Gradbalkens *a*, in einer Flüssigkeit aber, die unter dem Volumen des Araeometers um 40 Gran schwerer wäre, als Regenwasser, nur bis an den Anfang des Stieles *b* einsinken sollte. Den Raum zwischen *a* und *b* wollte er in 40 gleiche Theile getheilt wissen, und war der Meinung, dafs ein solches Instrument bey dem Einsinken in andere Flüssigkeiten sogleich zeigen werde, um wie viel diese dichter seyen, als das Regenwasser. Damit aber sein Instrument auch zur Untersuchung solcher Flüssigkeiten brauchbar werden möchte, die unter gleichem Volumen, leichter oder um mehr als 40 Gran schwerer wären als das Wasser, so sollten mehrere schwerere und leichtere Gewichte vorräthig gehalten werden, die man abwechselnd in *c* anschrauben und dadurch das Araeometer für jede Absicht brauchbar machen könnte.

§. 292.

Muschenbroek ging hierbey, wie es scheint, von der irrigen Voraussetzung aus, sein Araeometer werde, bey dieser Einrichtung, alle Flüssigkeiten umfassen, und mit seinen Graden durch die ganze Reihe gleiche Intervalle des spezifischen Gewichtes oder der Dichtheit anzeigen können. Wenn diefs nun gleich, wie wir späterhin sehen werden, und wie er selbst, wenn er die technische Ausführung versucht hätte, gefunden haben würde, keinesweges der Fall ist, so hätte seine Idee dennoch mehr Aufmerksamkeit verdient, als ihr in der damahligen Zeit wirklich zu Theil geworden ist.

§. 293.

Baumé **) wählte einen andern Weg. Er setzte sein Araeometer zuerst in eine Mischung aus 9 Theilen Wassers und 1 Theil trockenen Kochsalzes, und dann in reines Wasser, be-

*) Introd. ad Philosoph. natural. Tom. II. §. 1384.

**) Avant-Coureur, 1768. Nro. 45, 50, 51, 52; 1769. Nro. 2.

merkte die Punkte des Einsinkens mit 0 und mit 10, theilte den Zwischenraum in 10 gleiche Grade, und trug endlich bis 50 eben so große Grade auf den übrigen Theil des Gradbalkens auf. Er erhielt auf diese Art eine Gradleiter mit gleichen Theilen, die aber, aus begreiflichen Gründen, weder das spezifische Gewicht, noch die in den Flüssigkeiten obwaltenden Mischungsverhältnisse anzeigen konnte. *Baumé* suchte diefs indessen auch nicht; er wünschte blofs durch seine Vorschrift alle Araeometer mit einander übereinstimmend zu machen, damit man in der Folge durch ihre Grade die Güte der Flüssigkeiten auf eine allgemein verständliche Art ausdrucken könne.

§. 294.

Die erste Einwendung, die man bald nach seinem Erscheinen gegen dieses Araeometer machte, gründete sich auf die gerechte Besorgnifs, dafs es schwer halten werde, jederzeit und überall ein gleiches Kochsalz zu bekommen; und dafs dieser Unterschied sodann auch auf die aus demselben bereitete künstliche Salzsole und endlich auf die Richtigkeit der in dieser zu gradirenden Instrumente einen wesentlichen Einflufs haben könne. Was man aufser diesem noch gegen *Baumé's* Verfahren einwenden kann, soll weiter unten angeführt werden.

§. 295.

Brisson *) entwarf eine überaus sinnreiche Methode, die Araeometer durch Veränderung ihrer absoluten Gewichte, blofs in reinem Wasser, so zu gradiren, dafs sie durch ihr Einsinken unmittelbar die spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten selbst anzeigen könnten. Er gründete dieselbe auf den bereits vorhin (§. 243.) erwähnten Erfahrungssatz: „dafs sich bey schwimmenden Körpern die Volumina ihrer eingetauchten Theile umgekehrt verhalten, wie die spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten, in welchen sie eingetaucht sind," und bauete darauf folgendes Verfahren. Man soll nähmlich das Araeometer, dessen Gewicht man vorher genau bemerkt hat, bey einem bestimmten Wärmegrade, wozu er selbst den 14ten Grad des Reaum. Thermometers vorschlägt, zuerst in destillirtes Wasser einsenken, und den Punkt des Einsinkens mit 1000 bezeichnen. Hierauf soll man das ursprüngliche Gewicht des Araeometers durch etwas hinzu gegossenes Quecksilber um $\frac{10}{990}$ vermehren, es neuerdings in das Wasser setzen, und an dem Punkte, bis zu welchem es jetzt einsinket, 990 anmerken. Dann soll man das hinzu gesetzte Quecksilber wieder hinweg nehmen und das anfängliche Gewicht durch einen neuen Quecksilberzusatz um $\frac{20}{980}$ vermehren, wodurch man den Punkt des Einsinkens für 980 findet u. s. w. Auf diese Art soll man fortfahren, bis das Werkzeug von 10 zu 10 Graden für alle leichteren Flüssigkeiten ausgeführt ist. Begnügt man sich mit der beyläufigen Bestimmung des spezifischen Gewichtes, so sollen die Räume zwischen den vorher gefundenen Graden in 10 gleiche Theile getheilt werden; will man hingegen die Genauigkeit möglichst hoch treiben, so sollen die Zwischenpunkte, z. B. für die Dichten = 999, 998 u. s. w. auf die nähmliche Art, durch Vermehrung des anfänglichen Gewichtes um $\frac{1}{999}$, $\frac{2}{998}$ u. s. w. gesucht werden. Für jene Flüssigkeiten, die schwerer sind als das Wasser, sind die Grade durch ein entgegen gesetztes Verfahren zu finden, nähmlich durch Verminderung des Gewichtes. So soll man z. B. die Punkte für die Dichten = 1010, 1020, 1030 u. s. f. durch die Verminderung des anfänglichen Gewichtes um $\frac{10}{1010}$, $\frac{20}{1020}$, $\frac{30}{1030}$ u. s. w. bestimmen. Hat man endlich auf diesem Wege alle Grade gefunden und bezeichnet, so soll man den Instrumenten ihr anfängliches Gewicht wieder geben: und wenn sie dann bey der vorgeschriebenen Temperatur in irgend einer Flüssigkeit z. B. bis an den mit 990 bezeichneten Strich einsinken, so wird man schliefsen können, dafs sich das spezifische Gewicht dieser Flüssigkeit zu dem des Wassers = 990 : 1000, d. i. wie 990 zu 1000 verhalte.

§. 296.

Diese Methode verdient, nach dem Urtheile aller Sachverständigen, ihrer Gründlichkeit wegen, jeder andern vorgezogen zu werden, und gleichwohl kam sie nicht zur Ausführung; weil sie äufserst mühsam gefunden wurde, und weil sie auf Kenntnisse gestützt war, die dem gemeinen Mechaniker, dem, sonderbar genug, heut zu Tage noch die Verfertigung dieser überaus delikaten Instrumente überlassen ist, gänzlich mangeln.

§. 297.

Le Raz de Lathenée **) machte in einer eigenen Schrift seinen Vorschlag zur richtigen Gradirung der Araeometer bekannt, der im Wesentlichen auf Folgendem beruhet. Ein Araeo-

*) Dictionaire de Physique. Art. Aréometre.

**) Eben daselbst.

meter, welches 1000 Gran wiegt, soll zuerst in Wasser eingesenkt, dann sein Gewicht um 40 Gran vermehrt und das Instrument neuerdings in das Wasser gesetzt, die beyden Punkte des Einsinkens aber bemerkt und der zwischen denselben liegende Raum in 40 gleiche Theile getheilt werden. Wiegt das Instrument aber nicht gerade 1000, und z. B. 800 Gran, so soll die Gewichtsvermehrung durch die goldene Regel gesucht, die hier (1000 : 40 = 800 : 32; §. 22.) = 32 ist, und im Uebrigen wie oben verfahren werden. Durch diese Methode findet man die beyden festen Punkte für die Dichtheit des Wassers und einer Flüssigkeit, die um $\frac{40}{1040}$ leichter ist als Wasser, und die Gröfse der einzelnen Grade bey weiten sicherer, als man sie in künstlichen Solen u. dergl. würde finden können.

§. 298.

Der Erfinder scheint übrigens durch *Muschenbroek's* und *Baumé's* Vorschläge auf diese Idee geleitet worden zu seyn, und wofern man sich mit solchen Eintheilungen begnügen will, die, ohne bestimmte Angabe des spezifischen Gewichtes oder der Massenverhältnisse, blofs die vergleichlichen Grade der Dichtheit anzeigen sollen, so verdient seine Methode allerdings der *Baumé*'schen vorgezogen zu werden.

§. 299.

Professor *Heinsius* *) in Leipzig endlich bediente sich zur Erforschung der spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten eines hölzernen lackirten Stäbchens, das er vorzüglich zur Untersuchung der Mineral-Wässer vorschlug, und welches hier schon darum einen Platz verdient, weil dasselbe zur Versinnlichung des Begriffes vom spezifischen Gewichte überaus geschickt ist. Dieses höchst einfache Araeometer ist ein aus leichtem aber festem Holze gearbeitetes rechtwinkelichtes Paralellepipedum, d. i. ein langes viereckigtes Stäbchen, *Taf. II. Fig.* 32. *a*, dessen vier Seitenflächen auf das genaueste in eine beliebige Anzahl, etwa in tausend, gleicher Theile eingetheit sind. Bey der Anwendung wird diefs Instrument in *a* an einem dünnen Faden nur lose gehalten, nicht aber aufgezogen, und so in die Flüssigkeit eingesenkt, und endlich aus den Voluminubus, mit welchen dasselbe ein Mahl in der zu prüfenden Flüssigkeit und ein Mahl in reinem Wasser eingesunken ist, auch das spezifische Gewicht der Flüssigkeit berechnet. Es ist klar, dafs sich dieses Verfahren ebenfalls auf den mehrmahls erwähnten Erfahrungssatz gründet, vermöge welchem sich die Volumina umgekehrt verhalten, wie die spezifischen Gewichte (§. 243.). Wenn sich also das Stäbchen z. B. in reinem Wasser mit 550 Theilen seines Volumens in einer andern zu prüfenden Flüssigkeit hingegen mit 600 Theilen eintauchen sollte; so könnte man daraus sogleich folgern, dafs sich das spezifische Gewicht des Wassers zu dem jener Flüssigkeit umgekehrt wie die eingesunkenen Volumina = 550 : 600, also = 600 : 550 verhalte. Und wollte man diefs Verhältnifs auf einen einfachen Ausdruck zurück führen; so hätte man dann nichts anderes zu thun, als jene Zahlen mit einander zu dividiren (§. 56.)

```
600|5500|0,916
   |5400|
    ----
    1000
     600
    ----
    4000
    3600
    ----
     400 u. s. w.
```

um das spezifische Gewicht = 0,916 zu finden.

§. 300.

Gegen diese Methode lassen sich nun freylich gegründete Einwürfe machen; denn es kommt hierbey, aufser der grofsen Schwierigkeit, mit welcher die Eintheilung des Stäbchens in gleiche Volumina verbunden ist, auch noch der Umstand in Erwägung, dafs man bey der schiefen Stellung, die das Insrument während dem Einsinken annimmt, das Volumen des eingesunkenen Theiles wohl schwerlich mit Genauigkeit wird ausnehmen können. Auch würde ein solches Werkzeug nur in jenen wenigen Flüssigkeiten zu brauchen seyn, die seine überfirnifste Oberfläche nicht angreifen könnten, und selbst in diesem Falle müfste man immer noch

*) *Gehler's* physikalisches Wörterbuch I. Thl. S. 123.

die hygroskopische Eigenschaft des Holzes fürchten, vermöge welcher dasselbe die Flüssigkeiten einsaugen, dabey anschwellen, und an verschiedenen Punkten verschiedene Volumens-Veränderungen erleiden, und eben dadurch für die nachfolgenden Versuche trieglich werden könnte. Allein bey allen diesen Mängeln sollte diefs Instrument dennoch auf jeder physikalischen Lehrkanzel vorgezeigt und sein Gebrauch erläutert werden, und zwar aus dem Grunde, weil dasselbe, wie schon oben erinnert worden, für den faſslichen Unterricht so vorzüglich geeignet ist.

§. 301.

Niemand wird daran zweifeln, daſs unter allen diesen Vorschlägen dem von *Brisson* der Vorzug gebühre; auch möchte man glauben, jene Schwierigkeiten, womit die technische Ausführung desselben verbunden ist, hätten die Bearbeiter solcher Instrumente wohl eher zu Versuchen zur Beseitigung derselben anreitzen, als zur gänzlichen Vernachlässigung dieser sinnreichen Methode veranlassen sollen. Allein die Erfahrung hat auch in diesem, wie in manchem andern ähnlichen Falle, das Gegentheil bewiesen, und jenes Verfahren, welches vielleicht unter allen angeführten das mangelhafteste ist, das von *Baumé* vorgeschlagene nähmlich, hat endlich den meisten Beyfall gefunden. Die Leichtigkeit, mit welcher selbst der gemeinste und von allen Vorkenntnissen entblöſste Mechanikus diese Instrumente verfertigen zu können hoffte, und die Bequemlichkeit, mit der man bey dem Gebrauche derselben so ganz und gar nichts wissen und denken zu dürfen wähnte, verschafften ihnen bald überall Eingang, und in wenigen Jahren waren sie, trotz der Einwendungen mehrerer Physiker, bey Gelehrten und Layen so allgemein geworden, daſs man beynahe ¼ Jahrhundert hindurch in Künsten und Gewerben und in den von denselben handelnden Schriften, so oft von der Konzentration der Flüssigkeiten die Rede war, fast von nichts anderem mehr las und hörte, als von 20, 30, 40 Graden *Baumé*, ohne daſs sich jemand weiter darum bekümmerte, wie viel wirksame Masse, oder welche spezifische Gewichte diesen unbestimmten Ausdrücken gleich kämen. Es wird daher nicht unzweckmäſsig seyn, *Baumé's* Araeometer etwas näher zu beleuchten, und dieſs um so mehr, da dieses Instrument immer noch sehr viele Verehrer hat und häufig genug angewendet wird, um unsere Aufmerksamkeit in vollem Maſse zu verdienen.

1. Baumé's Araeometer *).

§. 302.

Baumé gründete die Eintheilung seiner Araeometer-Grade, wie bereits vorhin erinnert worden ist (§. 293.), auf zwey feste Punkte, deren einen er in reinem Wasser, den andern hingegen in einer Auflösung aus einem Theile Kochsalzes und neun Theilen Wassers bestimmte. Da er anfänglich dieſs Instrument allein zur Untersuchung solcher Flüssigkeiten brauchen wollte, die spezifisch leichter sind als das Wasser; so bezeichnete er jenen Punkt, bis zu welchem sein Araeometer im Salzwasser eingesunken war, *Taf. III. Fig.* 33. *a*, mit 0, den im reinen Wasser gefundenen hingegen *b* mit 10; theilte den Zwischenraum in 10 gleiche Theile, die er Grade nannte, und trug endlich von *b* aufwärts noch 40 eben so groſse Theile auf den Gradbalken, so zwar, daſs er von *a* bis *c* in allem 50 gleiche Grade erhielt.

§. 303.

Späterhin entwarf er jedoch auch den Plan zu einem ähnlichen Instrumente für Flüssigkeiten, die spezifisch schwerer sind als das Wasser; wobey er aber die beyden festen Punkte in destillirtem Wasser und in einer Auflösung aus 0,85 Wasser und 0,15 Kochsalz bestimmte und umgekehrt zu zählen anfing; indem er den Wasserpunkt *Taf. III. Fig.* 34, *a*, mit 0, den Salzwasserpunkt *b* hingegen mit 15 bezeichnete, den Zwischenraum dann in 15 gleiche Theile theilte, und endlich von *a* bis *c* 70 und mehr Grade von derselben Gröſse auf den Stiel des Instruments verzeichnete.

§. 304.

Mit diesen beyden Instrumenten konnte er, das Quecksilber ausgenommen, alle Flüssigkeiten probiren, und wenn gleich dabey weder die Massenverhältnisse, noch die spezifischen Gewichte zu finden waren, so zeigten sie dennoch die Grade der Dichtheit auf eine bestimmte

*) Elements de Pharmacie. Par A. Baumé à Paris 1795.

und sehr einfache Weise; so zwar, dafs man bey jedem Versuche erfahren konnte, ob eine untersuchte Flüssigkeit mehr oder weniger, oder eben so hoch konzentrirt sey, als irgend eine andere von (nach *Baumé's* Graden) bekannter Konzentration. Bey dieser grofsen Einfachheit konnte der Gebrauch dieser Araeometer auch den Minderkundigen bald einleuchten, und über diefs glaubte man, dafs auch der gemeine Glasbläser deren Verfertigung gewachsen seyn werde. Kein Wunder also, wenn sie bald sehr allgemein bekannt wurden, und in der Welt ein Glück machten, wie kaum irgend eine noch so vortheilhafte Erfindung! Bald waren sie daher in allen Händen und dienten dem Unkundigen zu einem unschätzbaren Mittel, die ihm mangelnden Kenntnisse zu ersetzen oder sie doch leichter zu entbehren, dem Gelehrten aber zur Bequemlichkeit und gleichsam zur Sprache, wenn er unkundigen Künstlern und Professionisten die Konzentration der Flüssigkeiten für gewisse Zwecke bestimmen sollte. So kam es, dafs endlich viele Schriftsteller, und unter denen, deren Werke auf technische Chemie Beziehung hatten, fast alle, wenn sie anders verstanden seyn wollten, gezwungen wurden, in ihren Werken die Konzentration der Flüssigkeiten durchgängig mit *Baumé's* Graden zu bezeichnen, und es dann dem Eifer des gebildetern Lesers und dem Zufalle zu überlassen, ob jener sich mit solchen Angaben begnügen, oder aus dem Volumen und Gewichte des Araeometers auch das spezifische Gewicht seiner untersuchten Flüssigkeiten (§. 299.), und endlich die in diesen obwaltenden Mischungsverhältnisse berechnen wollte oder konnte.

§. 305.

Der erste gerechte Tadel traf, wie schon erinnert worden ist, diese Araeometer in Absicht auf das Kochsalz, dessen sich *Baumé* zur Bereitung der künstlichen Salzsole bedient hatte; denn man wufste bereits aus Erfahrung, dafs das Kochsalz in der Natur niemahls rein vorkomme, sondern immer mit fremdartigen und nach Verschiedenheit der Gewinnungszeit oder des Gewinnungsortes oft sehr verschiedenen Beymischungen versetzt sey, und dafs folglich auch die wässerigen Auflösungen dieser verschiedenen Salze in ihren Eigenschaften, und nahmentlich im spezifischen Gewichte, mehr oder weniger von einander abweichen konnten.

§. 306.

Die Gröfse der hieraus entspringenden Abirrungen kann man sich leicht vorstellen, wenn man bedenkt, dafs eine bey den ersten 10 Graden eingeschlichene Differenz nicht nur an alle übrigen Grade übertragen, sondern bey jedem neuen Intervall von 10 Graden um eins gröfser werden mufs. Wenn also z. B. ein Mahl die Punkte des Einsinkens im Wasser und in der künstlichen Sole = *a* und *b*, *Taf. III. Fig.* 37, ein anderes Mahl hingegen = *c* und *d* gefunden werden, und man dann in beyden Fällen noch mehrere solche Grade aufträgt, so wird sich bey dem 50sten endlich *e f* ein Unterschied von beynahe einem *Baumé'*schen Grade ergeben.

§. 307.

Um vieles beträchtlicher ist aber der Verstofs, den eine gleiche Verschiedenheit des Salzwassers bey der Gradirung jener Instrumente verursachet, die für schwerere Flüssigkeiten eingerichtet werden sollen; denn in diesem Falle wird der Fehler nicht nur an sich schon gröfser werden müssen, weil er sich mit der Zahl 5 multiplizirt; sondern er mufs über diefs noch um so bedeutender erscheinen, als in den höheren Graden der Dichtheit sehr kleine Differenzen im spezifischen Gewichte (§. 151.), und folglich auch kleine Unterschiede des Einsinkens oft sehr grofse Abweichungen in den Massenverhältnissen bezeichnen. So würde z. B., wenn in zwey verschiedenen Versuchen die Punkte für das Salzwasser = *a b*, für das Wasser aber = *c d*, *Taf. III. Fig.* 38. gefunden werden sollten, aus der unbedeutenden Kleinigkeit, um welche *b c*, gröfser als *a d* ist, bey der Ausführung der Gradleitern bis zum 70sten Grade, d. i. von *d* nach *e*, und von *c* nach *f*, zwischen *e* und *f*, endlich eine Abweichung von beynahe 3 Graden nach *Baumé* zum Vorschein kommen, die dann in dieser Gegend der Gradleiter zu sehr grofsen Irrungen führen könnte.

§. 308.

Allen solchen aus der Verschiedenheit der künstlichen Solen entspringenden Fehlern hätte man indessen sehr leicht vorbeugen können, wenn man für den Salzwasserpunkt ein für alle Mahl ein bestimmtes spezifisches Gewicht festgesetzt, und wenigstens diesen einzigen Punkt jedes Mahl nach *Brissons* Methode (§. 295.) durch Veränderung des Gewichtes gesucht hätte. Allein man that diefs nicht, man griff vielmehr nach einem andern sehr schwankenden Hülfsmittel; indem man auf die selbstständige Gradirung gänzlich Verzicht leistete und sich so ge-

nannte *Baumé*'sche *Original-Araeometer* von Paris kommen liefs, die man zugleich mit den zu verfertigenden Kopien im Wasser und im Salzwasser einsinken liefs, und dann an den Kopien die Punkte des Einsinkens mit denselben Graden bezeichnete, die das Original gezeigt hatte, und endlich nach diesen auch die Gröfse für alle übrigen Grade bemafs. Wenn nun diese Original-Araeometer — die nicht selten vom ersten besten Glasbläser in Paris verfertiget worden waren — auch nur wenig vom ersten Araeometer *Baumé's* abwichen, so wurde dieser Fehler dennoch auf ganze Strecken Landes übertragen, ja er wuchs wohl durch das immerwährende Kopiren tagtäglich gröfser, und es entstand endlich unter jenen Instrumenten, die man an verschiedenen Orten als *Baumé*'sche Araeometer verkaufte, besonders aber in den vom Wasserpunkte am meisten entfernten Graden, eine ganz erbärmliche Confusion.

§. 309.

Eine zweyte Einwendung machte man gegen die Art und Weise, nach welcher *Baumé* seine beyden festen Punkte gewählt und seine Grade gezählt hatte. Man fand es nähmlich höchst sonderbar, dafs er für den Salzwasserpunkt ein Mahl 1 Theil Salz mit 9 Theilen Wasser, und ein anderes Mahl 0,15 Salz mit 0,85 Wasser gemischt, und dafs er den Wasserpunkt ein Mahl mit 0 (bey Flüssigkeiten, die schwerer sind als das Wasser) und ein Mahl mit 10 (bey jenen, die leichter sind) bezeichnet hätte, wozu doch kein hinreichender Grund vorhanden sey. Einige Gelehrte riethen daher, dafs man hierin eine Abänderung treffen, und so, wie es bereits bey den für schwerere Flüssigkeiten dienenden Araeometern üblich sey, *Taf. III. Fig.* 33. *a*, auch bey jenen für leichtere Flüssigkeiten eingerichteten den Wasserpunkt, *Taf. III. Fig.* 33. *b*, mit 0 bemerken, und dann weiter hinauf der Ordnung nach so fortzählen sollte, wie es dort *Fig.* 33. *d e* angezeigt ist. Dieser allerdings vernünftige Vorschlag wurde auch von mehreren Chemikern angenommen, und kam, wie wir späterhin sehen werden, vorzüglich in Holland, wo man sich sogar in der Landes-Pharmakopoe *) an die neue Gradleiter hielt, sehr bald zur Ausführung. Was man indessen durch diese Abänderung an Deutlichkeit und Einfachheit auf einer Seite gewonnen hatte, das ging auf der andern sogleich wieder verloren; denn nun hatte man für die leichteren Flüssigkeiten unter einer und derselben Benennung zweyerley Araeometer, die der Ununterrichtete oft mit einander verwechselte, und dann, auch abgesehen von allen anderweitigen Mängeln dieser Instrumente sehr leicht um 10 Grade irren konnte. Auch waren, wie man wohl einsieht, hierbey nur die Zahlen verändert, im Uebrigen aber die alte Eintheilung beybehalten, und folglich den oben erwähnten Mängeln (§. 305 u. f.) keinesweges abgeholfen worden.

§. 310.

Die grofse Unordnung, in die man, während einigen Jahrzehenden, auf diesem Wege gerathen war, wurde nach und nach so auffallend, dafs sie jedermann bemerken konnte, und man entdeckte endlich auch den gröfsten unter allen Fehlern dieser Instrumente, den nähmlich, dafs sie durch nichts kontrollirt waren, und also ihre Güte und Richtigkeit eben so wenig erwiesen werden konnte, als ihre Mangelhaftigkeit. Wenn nun irgend ein Zweifel entstand, so konnte ein *Baumé*'sches Araeometer durch nichts anders als durch den Vergleich mit einem andern *Baumé*'schen Araeometer geprüft werden; und wenn dann beyde nicht mit einander überein stimmten, so blieb immer noch die Streitfrage übrig: „welches von beyden das echte sey?" die endlich — wie sonst bey den Arabischen Hengsten — durch den Stammbaum für eins von beyden entschieden wurde, je nachdem die direkte Pariser Abkunft des einen oder des andern gründlicher dargethan werden konnte. Als man aber nachher bey wiederhohlten Vergleichungen auch solche Araeometer, die man durch sichere Hände unmittelbar aus Paris bezogen hatte, nicht immer überein stimmend fand; so schwand das unbedingte Zutrauen immer mehr, und es kam endlich bis dahin, dafs mehrere Gelehrte die Konzentration der Flüssigkeiten in ihren Werken fortan nicht mehr mit *Baumé's* Graden, sondern — in der vollen Ueberzeugung, dafs so schwankende Anhaltpunkte, obgleich in manchen Fällen für die gröbere Praxis hinreichend, denn doch dem Gelehrten nicht ziemen — unmittelbar mit ihren spezifischen Gewichten selbst bezeichneten.

§. 311.

Durch diesen wichtigen Schritt zur Besserung gerieth man jedoch in eine neue Verlegenheit; denn fast alle Techniker und Pharmazeuten, mitunter aber auch mancher Chemiker, hatten sich bis dahin lediglich mit *Baumé's* Graden beholfen, und darüber alle andern Hülfsmittel

*) *Pharmacopoea batava* 1805. Amstelodami, apud Joh. Allart.

zur Erforschung des spezifischen Gewichtes, ja diese ganze Lehre selbst, so sehr vernachlässiget, dafs ihnen jene Ausdrücke, womit in den neuern Werken die spezifischen Gewichte bezeichnet waren, unverständlich vorkamen. Auch wurde das Bedürfnifs, die in ältern Schriften nach *Baumé*, in neuern hingegen nach dem spezifischen Gewichte angegebenen Grade der Konzentration verschiedener Flüssigkeiten mit einander vergleichen zu können, immer dringender, und es entstand endlich der allgemeine Wunsch, zu wissen, wie viel jeder *Baumé*'sche Grad am spezifischen Gewichte bedeute? Was gleich Anfangs, als *Baumé* seine Instrumente erfand, hätte geschehen sollen, das geschahe also, leider spät genug, jetzt erst, indem mehrere Gelehrte jene Vergleichung auszumitteln versuchten. In wie fern diese Versuche gelungen sind oder überhaupt gelingen konnten, wird sich weiter unten ergeben; hier bemerke ich daher nur noch, dafs unter andern *Gilpin* *), und in der neuern Zeit Herr Direktor *Gerstner* in Prag **), diese Vergleichung in eigenen Vergleichungstafeln geliefert haben.

§. 312.

Ohne Zweifel hatten solche Vergleichungstafeln aufser dem, dafs sie die Kombination älterer und neuerer Angaben in der Praxis erleichtern sollten, auch noch den Zweck, in streitigen Fällen über *Baumé's* Grade, und dergleichen Araeometer als unwandelbare Anhaltpunkte zu dienen, und so nach und nach die Berichtigung so vieler Irrthümer und eine bessere Uebereinstimmung der *Baumé*'schen Araeometer herbey zu führen. Allein dazu wurden sie nicht gebraucht; denn nie übersetzte man in der gemeinen Praxis *Baumé*'sche Grade in das spezifische Gewicht, sondern immer nur dieses in jene, und blieb wie zuvor bey dem Gebrauche der *Baumé*'schen Araeometer; wobey natürlich auch die richtigsten Angaben um so gewisser verfehlt wurden, als man in den meisten Fällen an die Mangelhaftigkeit oder Berichtigung jener Instrumente gar nicht dachte. Ja, es gab sogar gelehrte Chemiker, die, wenn sie, der immer allgemeiner werdenden Sitte gemäfs, die Dichtheit der Flüssigkeiten in ihren Schriften mit dem spezifischen Gewichte bezeichnen wollten, dieses dadurch bestimmten, dafs sie jene Flüssigkeiten zuerst mit *Baumé's* Araeometer prüften, und dann die gefundenen Grade, mit Hülfe einer Vergleichungstafel, in das spezifische Gewicht übersetzten ***).

§. 313.

Wie sehr ein solches Verfahren die bereits vorhandene Verwirrung vermehrte, läfst sich leicht ermessen, wenn man bedenkt, dafs nun die auf diesem Wege gefundenen spezifischen Gewichte eben so sehr verfehlt seyn konnten, als die dabey gebrauchten Araeometer mangelhaft gewesen waren; und der Schaden, welcher hierdurch dem Fortschreiten der Wissenschaften zugefügt wurde, war um so bedeutender, als nun, weil man nie wissen konnte, ob solche Ausdrücke die Resultate gründlicher Versuche oder blofs maskirte *Baumé*'sche Grade seyen, ein allgemeines Mifstrauen gegen alle Angaben des spezifischen Gewichts einreifsen mufste. Dieser Mifsbrauch hat sicher nicht wenig dazu beygetragen, dafs endlich mehrere Physiker über alle Araeometer mit Gradleitern das Verdammungsurtheil aussprachen, und sie gänzlich aufser Gebrauch gesetzt, und nur jene mit Gewichten versehenen angewendet zu sehen wünschten.

§. 314.

Wenn man aber auch eingestehen mufs, dafs jene Art von Araeometern viel Unheil gestiftet hat, so läfst sich dagegen auf der andern Seite auch nicht läugnen, dafs die grofsen Irrungen, welche sie veranlafst haben, ganz auf Rechnung ihrer mangelhaften Konstruktion und des Mifsbrauchs dieser Instrumente geschrieben werden können. Wenn man ferner dabey in Erwägung nimmt, dafs unter jenen Menschen, welche von solchen Instrumenten Gebrauch zu machen pflegen, bey weiten der gröfste Theil über das Wesen und die Einrichtung der Araeometer gar nicht unterrichtet ist, und eben darum die mit Gewichten versehenen nicht leicht anwenden kann; ja, dafs selbst dem einsichtsvollen Chemiker in der Praxis, wo sich oft die Geschäfte häufen, ein möglichst einfaches, wenig Zeit erforderndes und seine auf andere Gegenstände geheftete Aufmerksamkeit nur wenig ansprechendes Hülfsmittel höchst willkommen seyn mufs; so wird man sich fernerhin nicht wundern, dafs die Araeometer mit Grad-

*) *Nicholson's* Journal. April. 1797. Annales de Chimie. Tom. XXIII. p. 183 — 185.

**) *K. A. Neumann* Lehrbuch der Chemie mit besonderer Hinsicht auf Technologie. 1810. Bey Gleditsch.

***) Exempla sunt odiosa.

leitern dessen ungeachtet beybehalten, und zu ihrer Verbesserung neue Versuche unternommen worden sind.

2. Bentely's Araeometer *).

§. 315.

Die von Herrn *Bentely* vorgeschlagenen und von Herrn *Beck* in *Bern* verfertigten Araeometer können füglich als eine Verbesserung der *Baumé*'schen angesehen werden; denn ihre Gradleitern sind ebenfalls in gleichgroſse Intervalle getheilt, und wie bey jenen von zwey festen Punkten abgeleitet. Sie weichen aber von jenen vorzüglich dadurch ab, daſs für beyde feste Punkte das denselben entsprechende spezifische Gewicht ein für alle Mahl festgesetzt bleibt; ferner, daſs diese beyden ersten Punkte so wohl bey den für spezifisch leichtere (als Wasser), als bey den für schwerere Flüssigkeiten bestimmten Gradleitern zum Maſsstabe dienen, und endlich, daſs man in beyden Fällen bey dem Wasserpunkte mit o zu zählen anfängt. Den einen Fundamental-Punkt gibt das Wasser, den andern hingegen eine Flüssigkeit von 0,850 spezifischen Gewichts. Der Raum zwischen beyden wird in 30 gleichgroſse Theile getheilt, die dann als 30 gleiche Grade den Maſsstab für die ganze Gradleiter bilden. Um die Araeometer für solche Flüssigkeiten einzurichten, die leichter sind als das Wasser, wird der mit o bezeichnete Wasserpunkt gleich oberhalb den Kugeln der Araeometer angebracht, und es werden dann, in aufwärts steigender Ordnung, 40 der vorhin erwähnten Grade auf dem Gradbalken angemerkt. Die Araeometer für solche Flüssigkeiten hingegen, die schwerer sind als das Wasser, gradirt man dadurch, daſs man o an die Spitze des Gradbalkens setzt, und abwärts gegen die Kugel hin eine Reihe von 80 Graden der vorerwähnten Gröſse aufträgt.

§. 316.

Diese *Beck*'schen oder *Bentely*'schen Araeometer verdienen, wie leicht einzusehen, den *Baumé*'schen allerdings vorgezogen zu werden; denn das Schwanken des *Baumé*'schen Salzwasserpunktes ist bey denselben gänzlich beseitiget; die Art ihre Grade zu zählen gründet sich mehr auf logische Ordnung; auch muſsten diese Instrumente dadurch, daſs die Fundamental-Punkte ihrer Gradleitern weiter von einander abstehen, als die *Baumé*'schen, an Uebereinstimmung sehr gewinnen; und endlich war es sehr löblich, daſs gleich Anfangs eine Vergleichungstafel gegeben wurde, welche das jedem einzelnen Grade entsprechende spezifische Gewicht für immer festsetzte. Was sich aber dessen ungeachtet noch gegen dieselben anführen läſst, das werden wir weiter unten (§. 340.) sehen.

3. Holländisches Araeometer.

§. 317.

Einen andern Versuch, die *Baumé*'schen Araeometer zu verbessern, hat die medizinische Fakultät in Amsterdam bekannt gemacht, indem sie in der *Batavischen Pharmacopoe* vom Jahre 1805 eine eigene Belehrung aufstellte, wie man vergleichliche Araeometer verfertigen müsse. Die daselbst vorgeschriebene Methode unterscheidet sich aber nur wenig von *Baumé's* eigenem Verfahren, und beschränkt sich (§. 309.) auf die kleine Abänderung, daſs man in beyden Fällen, d. i. bey jenen Araeometern für solche Flüssigkeiten, die leichter sind, als das Wasser, wie bey jenen für schwerere Flüssigkeiten, die festen Punkte für die Gradleitern in reinem Wasser und in einer aus 0,1 wohlgetrockneten Kochsalzes und aus 0,9 Wassers bereiteten Salzauflösung suchen, und, eben wie bey den *Bentely*'schen Araeometern, in beyden Fällen mit o zu zählen anfangen soll.

§. 318.

Obgleich diese Art von Araeometern um einige Jahre später vorgeschlagen und sogar den Apothekern der damahligen Batavischen Republik zur Richtschnur vorgeschrieben wurde, so ist sie dennoch bey weiten mangelhafter, als die früher bekannt gewordene *Bentely*'sche; denn die beyden Fundamental-Punkte stehen bey derselben eben so nahe an einander, wie

*) *Trommsdorff's* Journal der Pharmazie. 1800. B. VIII. S. 177. 1801. B. IX. S. 17.

**) Pharmacopoea batava. a. a. O.

bey *Baumé*, und es können folglich hieraus so wohl, als aus der Verschiedenheit des Kochsalzes alle jene Mängel entspringen, deren oben bey den *Baumé*'schen Araeometern (§. 305.) gedacht worden ist, die aber *Bentely* bey den seinigen (§. 315.) gröfsten Theils vermieden hatte. Dafs übrigens dessen ungeachtet diese Araeometer und nicht die *Bentely*'schen vorgeschrieben worden sind, ist ein neuer Beweis, dafs nicht immer das Bessere und das Wahre den Vorzug behauptet. —

§. 319.

Es würde nur wenig Mühe kosten, wenn man, aufser den drey angeführten, noch eine grofse Anzahl anderer Versuche zur Begründung gleichtheiliger Araeometer-Gradleitern hier zusammen stellen wollte; aber alle sind sie mehr oder weniger genaue Nachahmungen der vorbeschriebenen, und können daher um so füglicher mit Stillschweigen übergangen werden, als aus guten Gründen voraus zu setzen ist, dafs man in kurzen von dem Gebrauche solcher Instrumente gänzlich ablassen wird. Dafs aber dieses zu erwarten sey, ja, früher oder später unbedingt geschehen müsse, dessen kann man sich sogleich überzeugen, wenn man sich die Mühe nimmt, einige Vergleichungen der vorhin beschriebenen Araeometer-Grade mit den denselben korrespondiren sollenden spezifischen Gewichten, gegen einander zu halten, und sich mit der grofsen in diesen Angaben herrschenden Verwirrung bekannt zu machen.

§. 320.

Es sind zu dieser Absicht in der in dem zweyten Theile befindlichen Tabelle XXIX. einige dieser Vergleichungen in solcher Ordnung aufgestellt worden, dafs sie leicht zu übersehen und auch unter einander zu vergleichen sind. Die erste Spalte enthält, wie auch die Ueberschrift andeutet, die Zahl der zu vergleichenden Araeometer-Grade; die zweyte das denselben entsprechende spezifische Gewicht für *Baumé's* Grade, nach *Gerstner*; die dritte dasselbe nach *Gilpin*; die vierte dasselbe nach der Holländischen Pharmakopoe vom Jahre 1805; die fünfte dasselbe für die Grade des Holländischen Araeometers vom Jahre 1805, nach der Holländischen Pharmakopoe desselben Jahres; die sechste dasselbe für die Grade des Holländischen Araeometers vom Jahre 1792, ebenfalls nach der Holländischen Pharmakopoe vom Jahre 1805; und endlich die siebente das spezifische Gewicht für *Bentely's* und *Beck's* Araeometer-Grade, nach *Beck's* eigenen Angaben.

§. 321.

Wenn man diese Tabellen vergleichend betrachtet, so findet man, dafs z. B. der 39ste Grad über 0, verglichen mit dem spezifischen Gewichte, = 0,802, aber auch = 0,822, auch = 0,832, auch = 0,787, auch = 0,809, und endlich auch = 0,8133 sey. Eben so findet sich in den verschiedenen Spalten der Tabelle der 72ste Grad unter 0 = 1,837, aber auch = 2,000, = 2,002 und = 1,7347. Wer wird nicht erstaunen über diese grofse Differenz?! Sie kann nicht entschuldiget werden durch die Verschiedenheit der Grundlage, auf welche jene verschiedenen Arten von Araeometern gebauet wurden, denn sie findet sich eben so wohl in der zweyten, dritten und vierten Rubrik vor, die sich doch sämmtlich auf eine und dieselbe, auf die ursprünglich *Baumé*'sche Gradleiter beziehen. Eben so wenig kann sie auf die Nachlässigkeit jener Gelehrten geschoben werden, welche die angeführten Vergleichungen bearbeitet haben; denn es ist höchst unwahrscheinlich, dafs solche Männer bey ihren Untersuchungen so ganz und gar ohne alle Sorgfalt und Genauigkeit zu Werke gegangen seyn sollten. Man mufs vielmehr durch diese Umstände auf die Vermuthung geführt werden, dafs irgend eine andere unbekannte Ursache jenen auffallenden Differenzen zum Grunde liege, die sich auch, wie ich späterhin zeigen werde (§. 335.), in der mechanischen Ausführung der Araeometer-Gradleitern wirklich vorfindet.

4. Doctor Richters Araeometer.

§. 322.

Unter den neuern Versuchen zur Verbesserung der Araeometer verdienen die des verewigten Doctor *Richter* in Berlin *) eine vorzügliche Aufmerksamkeit. Er schlug zwey verschiedene Arten dieser Instrumente vor, die er *allgemeine* und *besondere Araeometer* nannte,

*) J. B. *Richter* über die neueren Gegenstände der Chemie. 5. Stück. S. 51. Brefslau. 1795.

und unter denen die ersteren, durch ihre Grade, die spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten, die letztern hingegen unmittelbar den Massengehalt derselben nach Procenten des Gewichtes anzeigen sollten. Ob nun gleich *Richter* in diesem Vorschlage die irrige Voraussetzung machte, daſs an den auf diese Art zu konstruirenden Araeometern nur zwey feste Punkte zu suchen seyen, und aus diesen dann die ganzen Gradleitern durch gleichgroſse Unterabtheilungen gebildet werden könnten; so zeigen dennoch einige von ihm verfertigte Instrumente, daſs er diesen Irrthum späterhin selbst eingesehen und verbessert hat, und es gebührt ihm folglich mit Recht das Lob: in der neuern Zeit nächst *Brisson* der erste Begründer einer vernünftigen Einrichtung jener Instrumente gewesen zu seyn. Im Publikum ist vorzüglich

u) Richters Alkoholometer

bekannt: ein Araeometer, welches in geistigen Flüssigkeiten den Gehalt an Alkohol nach Procenten des Gewichtes anzeiget. Man kennt drey verschiedene Arten dieser Instrumente, die *Richter* zu verschiedenen Zeiten verfertigte. Die ersten gründen sich auf seine frühesten Untersuchungen über den Alkohol *), und bezeichnen mit dem hunderten Grade eine geistige Flüssigkeit von 0,821 spezifischen Gewichts. Die zweyten hingegen sind in allen ihren Graden mit *Lowitzens* Tabelle über die spezifischen Gewichte geistiger Flüssigkeiten **) übereinstimmend, so zwar, daſs der hunderte Grad *Lowitzens* absolutem Alkohol von 0,791 spezifischen Gewichts (bey + 16° Reaum. Temp.) gleichkommt. Die dritten endlich gründen sich auf *Richters* neueste stöchyometrische Berechnungen ***), wobey das spezifische Gewicht des absoluten Alkohols = 0,792 angenommen ist. Alle sind übrigens mit hunderttheiligen Skalen versehen, deren einzelne Grade immer ein Procent der dem hunderten Grade gleichkommenden Normal-Masse andeuten.

Weniger bekannt und schon ziemlich selten sind

v) Richters allgemeine Araeometer,

die, eben weil sie allgemein sind, durch ihre Grade bloſs das spezifische Gewicht der Flüssigkeiten ohne Beziehung auf den Massengehalt anzeigen. Gewöhnlich pflegte er diese Art von Araeometern in drey verschiedenen Instrumenten auszuführen, so zwar, daſs eines die spezifischen Gewichte von 0,700 bis 1,000, das andere von 1,000 bis 1,500, und das dritte endlich von 1,500 bis 2,000 umfaſste; man hat aber dennoch auch einige Versuche von ihm aufzuweisen, bey denen er alles dieses in einem und demselben Instrument zu vereinigen gesucht hat.

§. 323.

In wie fern *Richter* seine Absicht erreichte, und was man an der Einrichtung seiner Araeometer zu tadeln gefunden hat, wird sich in der Folge zeigen (§. 335.); hier mögen also nur noch einige Worte über die Form derselben Raum finden. *Richter* hatte Anfangs die gewöhnliche Gestalt dieser Werkzeuge *Taf. II. Fig.* 30. beybehalten und sich bloſs auf die zweckmäſsigere Einrichtung der Gradleitern beschränkt. Allein in der Folge versuchte er dennoch auch manche Abänderung der Form, um einem Mangel dieser Instrumente abzuhelfen, den mit ihm auch viele andere Chemiker früher schon gefühlt hatten; dem nähmlich, daſs man bey den mit zwey Kugeln versehenen Araeometern zu jedem Versuche eine ansehnliche und gewöhnlich weit gröſsere Menge der Flüssigkeiten haben muſste, als der Chemiker in den meisten Fällen wirklich besitzt. Er verwandelte in dieser Absicht zuerst die gröſsere Kugel seines Araeometers in einen Cylinder, wodurch dasselbe die *Taf. III. Fig.* 36. abgebildete Form erhielt, und alsdann wirklich in ein engeres Gefäſs gebracht, und also auch bey geringeren Mengen der Flüssigkeiten angewendet werden konnte. Aber die groſse Neigung des also gestalteten Instruments zum Umkippen oder Umschlagen, und seine noch gröſsere Zerbrechlichkeit, wenn es aus Glas verfertiget wurde, brachten ihn endlich auf die Idee, seinen Araeometern durchaus die Walzenform zu geben. Er verfertigte dieselben daher späterhin aus langen dünnen Glasröhren, *Taf. IV. Fig.* 42, *a*, *b*, die er in *b* zuschmolz und mit Siegellack und Bleykörnern gehörig beschwerte, bey *c d* die beliebigen Gradleitern im innern

*) J. B. *Richters* Anfangsgründe der Stöchyometrie. 1793. III. Thl. S. 280.

**) v. *Crell's* Annalen 1797. III. St. S. 203.

***) J. B. *Richter* über die neuern Gegenstände der Chemie. VIII. St. S. 80. 1797. Giornale dell' a societa d'incoraggiomento delle scienze e de le arti. Milano 1808. Nro. III. p. 229.

Raume befestigte, und das Rohr endlich in *a* wieder verschlofs. Durch die Wahl dieser Form verminderte er nicht nur die Zerbrechlichkeit um ein Grofses; sondern er erlangte auch den für die chemische Praxis sehr wesentlichen Vortheil, dafs er nun ein cylindrisches Gefäfs von sehr kleinem Durchmesser *Taf. IV. Fig.* 42. *e. f.* anwenden, und folglich mit wenigen Lothen der Flüssigkeiten Versuche vornehmen konnte.

§. 324.

Man hat gegen diese Form der Araeometer zwar sehr viel Einwendungen gemacht, und vorzüglich haben einige Physiker zu beweisen gesucht, dafs dabey, eben weil die Wände der Gefäfse mit den in denselben schwimmenden Araeometern so nahe an einander kämen, von der zwischen der Glasmasse und den Flüssigkeiten wirkenden Anziehung alles zu besorgen, und daher von dem Gebrauche dieser Instrumente durchaus kein richtiges Resultat zu erwarten sey. Dessen ungeachtet ist aber nichts leichter, als *Richtern* in diesem Falle zu vertheidigen; denn wenn man auch alles, was seine Gegner von Adhaesion und Capillarität sagen, unangefochten läfst, so kann man ihn schon dadurch rechtfertigen, dafs man auf den einzigen Umstand aufmerksam macht: dafs alle jene Kräfte schon bey der Gradirung seiner Instrumente mitgewirkt haben, und also bey allen nachfolgenden Versuchen keine Abweichung hervorbringen können, die nicht auch bey dem Gradiren der Insrumente mit in Beziehung genommen worden wäre.

5. Alkoholometer nach Lowitz.

§. 325.

Obgleich *Lowitz*, so viel bekannt ist, sich mit der Verfertigung von Araeometern niemahls selbst befasset hat; so sind dennoch viele Alkoholometer nach seiner Tabelle über die spezifischen Gewichte geistiger Flüssigkeiten (§. 184.) eingerichtet worden. *Richter* that diefs am ersten (§. 322. *u.*), und ihn ahmten eine Menge von Künstlern in Rufsland, Pohlen und Deutshland nach; so dafs nun im Publikum viele solche Instrumente zu finden sind, deren Gradleitern jene Tabelle zum Grunde liegt. Diese Instrumente werden nun freylich nur selten mit *Lowitzens* Nahmen belegt, sondern meistens nach ihren Verfertigern benannt; allein da sie ganz auf die Angabe dieses Gelehrten gegründet sind, so habe ich es für billig gehalten, sie insgesammt unter dieser Aufschrift zusammen zu fassen. Dafs bey diesen Instrumenten das spezifische Gewicht des Normal-Alkohols bey + 16° Reaum. Temp. = 0,791 angenommen worden ist, habe ich vorhin schon angeführt (§. 322. *u.*), mit den spezifischen Gewichten und Eigenschaften jener Mischungen aus Alkohol und Wasser aber, die mit den übrigen Graden übereinstimmend sind, werden wir späterhin bekannt werden (§. 377.).

6. Atkins Araeometer.

§. 326.

In England bedient man sich schon seit mehreren Jahren einer eigenen Art von Araeometern zur Untersuchung des Weingeistes, die, ihrer Einrichtung nach, von denen auf dem festen Lande von Europa gebräuchlichen sehr verschieden sind. Jene sind nähmlich alle, mehr oder weniger zweckmäfsig, darauf eingerichtet, dafs man mit ihrer Hülfe den Gehalt jedes stärkeren und jedes schwächeren Weingeistes, mit Leichtigkeit auf einen einizigen mittleren Grad der Stärke zurück führen kann, der von der Regierung gesetzlich bestimmt und als bleibende Norm für die Erhebung der Abgaben festgesetzt ist. Man nennt den Weingeist von dieser Stärke, dessen spezifisches Gewicht bey + 60° Fahrenheit = 0,916 angegeben wird, *Probegeist*; und so oft irgend eine geistige Flüssigkeit verzollt, oder überhaupt beurtheilt werden soll, so berechnet man vorher, wie viel sie, wenn sie schwächer ist, durch die Destillation oder, wenn sie stärker ist, durch die Vermischung mit Wasser, an solchem Probegeiste liefern kann, und nur nach diesem Mafsstabe werden dann die Abgaben und die Verkaufspreise bemessen. Solche Aufgaben ohne Schwierigkeit und Zeitverlust zu beantworten ist also der Zweck jener Instrumente, unter denen das vorzüglichste unter dem Nahmen des *Atkin*'schen Araeometers in England sehr bekannte Alkoholometer hier erwähnt zu werden verdient.

§. 327.

Diefs Instrument ist aus Messing verfertiget, hat die *Taf. III. Fig.* 35. abgebildete Gestalt, und bestehet gleich andern Araeometern aus dem Gradbalken *A*, einer gröfseren ellip-

tischen Kugel *B*, und aus der das Gewicht und Gleichgewicht bestimmenden kleineren Kugel *C*. Es unterscheidet sich aber von jenem hauptsächlich durch die Form und Eintheilung seines Gradbalkens *A*, und durch seine Verbindung mit vier verschiedenen Gewichten, *Fig.* 35. 1, 2, 3, 4, die, wechselweise in *D* auf den Stiel desselben gesteckt, dasselbe mehr oder weniger beschweren, und also das Instrument in Flüssigkeiten von verschiedener Dichtheit gleich tief einsinken machen können. Der Gradbalken *A* ist ein viereckiger Stab, dessen Flächen der Länge nach durch eigene Gradleitern in 55 gleiche Theile getheilt sind, die dann wieder paarweise mit den Buchstaben des ganzen Alphabets, und an den Enden mit o bezeichnet werden. Wird dieses Instrument unbelastet angewendet, so sinket dasselbe in einer Flüssigkeit von 0,806 spezifischen Gewichts bis zur obern o der Gradleiter, in einer Flüssigkeit von 0,843 spezifischen Gewichts hingegen bis zur untern o, und zeiget also an seiner Gradleiter auch alle übrigen zwischen jene beyden Zahlen fallende Unterschiede des spezifischen Gewichtes. Mit den Gewichten Nro. 1, 2, 3 und 4 belastet, umfasset dasselbe eben auf diese Weise die Differenzen im spezifischen Gewichte von 0,843 bis 0,880, von 0,880 bis 0,918, von 0,918 bis 0,958, und endlich von 0,958 bis 1,000; es bezeichnet also, da bey dieser Einrichtung die Gradleiter fünf Mahl so lang wird, als der Stiel des Instruments selbst ist, durch seine einzelnen Grade weit kleinere Abstufungen als 0,001 der Dichtheit.

§. 328.

Man wird in der Folge einsehen, daſs die Gradleitern dieser Instrumente, eben weil sie in gleiche Theile getheilt und nicht mit Zahlen, sondern mit Buchstaben bezeichnet sind, das spezifische Gewicht eben so wenig als die Massenverhältnisse unmittelbar andeuten können. Dieſs hat man indessen bey ihrer Einrichtung auch nicht beabsichtiget und durch ein zweytes Hülfs-Instrument, durch eine Art von *Rechenstäben*, zu ersetzen gesucht. Diese bestehen aus zwey mit verschiedenen Gradleitern, Zahlen und Buchstaben bezeichneten Linealen, deren eines dergestalt in das andere eingefalzt ist, daſs sich beyde der Länge nach über einander verschieben lassen. Wenn man nun mit dem Araeometer irgend eine Flüssigkeit untersucht hat, so wird das eine Lineal oder der Schieber dieses Werkzeuges so weit verschoben, bis ein auf demselben befindliches Zeichen dem Temperatur-Grade, bey welchem der Versuch vorgenommen worden ist, gegen über stehet, und man findet dann auf dem andern Lineal durch dieses einfache Mittel ohne alle Rechnung nicht nur das spezifische Gewicht, sondern auch den Gehalt der geistigen Flüssigkeit im Verhältnisse gegen den gesetzlich vorgeschriebenen Probegeist, und zugleich die vergleichende Uebersicht mehrerer in England gebräuchlichen Araeometer *).

7. Tralles Alkoholometer.

§. 329.

Unter denen in Deutschland und in der neuesten Zeit vorzüglich in Preuſsen bekannt gewordenen Araeometern nehmen die Alkoholometer des Herrn Professor *Tralles* die erste Stelle ein. Diese Instrumente können gleichsam als die Nachfolger der *Richter*'schen Alkoholometer betrachtet werden, und sind vor einigen Jahren als Verbesserungen derselben in das Publikum gekommen, weil man jenen den Umstand, daſs sie auf Procente des Gewichtes eingerichtet waren, als einen wesentlichen Fehler zum Vorwurfe machte **). Obgleich nun diese Einrichtung der *Richter*'schen Alkoholometer durchaus kein Fehler ist — denn es kann ja, vorzüglich unter den Chemikern, auch solche Liebhaber geben, die aus Neigung zur Genauigkeit und Sicherheit ihre Flüssigkeiten nicht nach schwankenden Maſsen des Volumens, sondern nach Procenten des Gewichtes beurtheilen wollen — so hat sich Herr Professor *Tralles* dennoch um die Oekonomen und um das merkantilische Publikum, ja selbst um die Zollanstalten seines Vaterlandes ein groſses Verdienst erworben, indem er ein Instrument konstruirte, mit welchem sich die Menge des in 100 Maſs einer geistigen Flüssigkeit enthaltenen Alkohols, ohne Rücksicht auf das Wasser, nach Maſsen bestimmen läſst. Bey den ersten Alkoholometern dieser Art war das spezifische Gewicht des Alkohols = 0,800 angenommen worden ***), und sie zeigten folglich durch ihre Grade den Gehalt nach Maſsen eines Alkohols von dieser Qualität.

*) Eine ausführlichere Beschreibung dieses Araeometers findet man in *Nicholson's* Journal. August 1802, aber auch im Auszuge, Deutsch übersetzt, in *Gilbert's* Annalen der Physik. 1811. 8. St. S. 84.

**) *S. F. Hermbstädt's* Bulletin des Wissenswürdigsten. B. IV. 3. Heft. S. 285.

***) Eben daselbst.

Späterhin wich aber Herr *Tralles* hiervon ab, und gründete auch seine Instrumente, wie *Richter* und Andere, auf einen durch salzsauern Kalk möglichst entwässerten Alkohol *).

§. 330.

Diese neuen Instrumente unterscheiden sich nun von den *Richter*'schen hauptsächlich dadurch, daſs sie

1. wie bereits erinnert worden ist, den Alkohol-Gehalt nach Procenten des Inhaltsmaſses unmittelbar durch ihre Gradleitern andeuten; was sie auch, wenn man nichts weiter wissen will, zum Gebrauche im Handel und Wandel und in der Oekonomie sehr empfiehlt;

2. daſs Herr *Tralles* eigene Tabellen berechnet hat, mit deren Hülfe diese Instrumente auch bey verschiedenen Temperaturen der Flüssigkeiten zu gebrauchen sind **); und endlich

3. daſs bey denselben das spezifische Gewicht des Alkohols = 0,7939 gesetzt ist.

Dieser letzte Unterschied ist indessen bey weitem nicht so bedeutend, als man glauben möchte, und entspringet hauptsächlich aus dem Umstande, daſs Herr Professor *Tralles* sein Instrument bey einer Temperatur von 60° Fahrenheit konstruirt, und dabey das spezifische Gewicht des Wassers nicht = 1,000, sondern = 0,9991 angenommen hat; wodurch natürlich der Ausdruck für das spezifische Gewicht des Alkohols in einer gröſseren Zahl erscheinen muſste. Setzt man aber das spezifische Gewicht des Wassers = 1,000, und führt man, in Beziehung auf diesen Anhaltpunkt, auch die den übrigen Graden entsprechenden spezifischen Gewichte auf dieselbe Temperatur zurück, die *Richter* beobachtet hatte; so stimmen beyde so nahe mit einander überein, daſs, wie wir späterhin sehen werden, beynahe nur noch jene Abweichungen übrig bleiben, die aus dem Grunde entstehen muſsten, daſs *Richters* Grade Procente des Gewichtes, die von *Tralles* hingegen Procente des Inhaltsmaſses bezeichnen.

8. Pariser Alkoholometer.

§. 331.

Auch in Frankreich hat man in der neuern Zeit unter dem Nahmen eines *neuen, sehr genauen Araeometers* eine Art von Alkoholometer bekannt gemacht, und in Verbindung mit einer Tabelle über die spezifischen Gewichte der Mischungen aus Alkohol und Wasser zur Beurtheilung geistiger Flüssigkeiten anempfohlen ***). Dieses Araeometer ist indessen nichts anderes, als ein gemeines Fläschchen, ähnlich dem oben (§. 81.) beschriebenen, mit dessen Hülfe das spezifische Gewicht der Flüssigkeiten auf der gemeinen Wage (§. 82.) gesucht, und aus diesem dann, nach der erwähnten Tabelle, auch der Alkohol-Gehalt beurtheilt werden soll. Ein ausführlicher Bericht darüber kann also hier füglich und um so mehr entbehrt werden, da der ganze Vorschlag von *Richtern* entlehnt, vornehmlich aber die Tabelle selbst mit der gröſsten Gewissenhaftigkeit aus *Richters* Werken ****) abgeschrieben, und demnach dieses neue Araeometer mit *Richters* neuestem auf Alkohol von 0,792 spezifischen Gewichts gegründetem Alkoholometer vollkommen übereinstimmend ist.

§. 332.

Auſser den hier beschriebenen hat man auch noch verschiedene andere für besondere Zwecke eingerichtete Araeometer. Man hat, wie oben schon erwähnt wurde (§. 285.), in jenen Ländern, wo der Eimer oder überhaupt das gröſste Flüssigkeitsmaſs in 10 kleinere Theile oder Maſs abgetheilt wird, Alkoholometer, deren Gradleitern in 10 Grad getheilt sind, und wobey jeder Grad ein Maſs Alkohols im Eimer bedeutet; so wie man dagegen in andern Ländern, wo der Eimer in 8, 40, 60 oder mehr Maſs abgetheilt wird, Weingeist-Araeometer besitzt, deren Gradleitern für dieselbe Absicht in 8, 40, 60 oder mehr Grad zerfallen u. s. w. Ferner hat man Wein- und Bierproben, die aber aus oben angeführten Gründen (§. 231.) se-

*) Gilbert's Annalen der Physik. Jahrg. 1811. St. 8. S. 21.

**) Eben daselbst. S. 72.

***) Annales des arts et manufactures. Paris 1811. Tom. XLI. Nro. 124. p. 181.

****) J. B. Richter über die neueren Gegenstände der Chemie. 1797. St. VIII. S. 80.

wenig leisten können. Und endlich hat man auch einige Araeometer für salzige Auflösungen, z. B. für Salpeter, für Vitriol verschiedener Art, für Alaun, Digestiv-Salz, Kochsalz, für Kali, Soda und Zucker, die gewöhnlich mit jedem einzelnen Grade 0,01, manches Mahl wohl auch 0,001 der in der Flüssigkeit enthaltenen Masse anzeigen sollen. Diese Instrumente sind aber gröfsten Theils in einem höchst mangelhaften Zustande, und unter einander selbst so verschieden, dafs sich wohl kaum etwas Wissenswürdiges von denselben sagen läfst. Ich schliefse daher den gegenwärtigen Bericht, um zur Beschreibung jener Versuche über zu gehen, die ich selbst zur Verbesserung der Araeometer vorgenommen habe.

9. Araeometer-Apparat des Verfassers.

§. 333.

Aus der (§. 276 — 332.) vorausgeschickten Beschreibung der am meisten bekannten Araeometer hat man abnehmen können, in welchem Zustande sich dieser Zweig der Hydrostatik vor wenigen Jahren noch befunden hat. Die grofse Verwirrung, welche unter diesen Umständen nach und nach, durch den Gebrauch so sehr verschiedener Instrumente, auch auf Künste und Gewerbe verpflanzt worden war, und alle Angaben über die Konzentration der Flüssigkeiten zweifelhaft gemacht hatte, ist zu allgemein gefühlt, als dafs noch etwas darüber zu erinnern nöthig wäre. Sie war endlich so hoch gestiegen, dafs es ein dringendes Bedürfnifs geworden war, derselben zu steuern, und neue Versuche zur Berichtigung dieses Gegenstandes zu unternehmen. Zu diesen gehören unter andern die von *Richter*, *Atkins* und *Tralles* vorgenommenen; ähnliche Untersuchungen habe aber auch ich bereits vor mehreren Jahren begonnen, worüber hier Einiges angeführt werden soll.

§. 334.

Es konnte wohl nicht fehlen, dafs ich, nachdem ich mit der Geschichte und mit dem Wesen der Araeometer näher bekannt geworden war, *Richter's* und *Brisson's* Vorschläge (§. 295 u. 322.) allen andern vorziehen mufste; und gern würde ich, meiner besseren Ueberzeugung folgend, anfänglich schon nur diese zur Ausführung zu bringen gesucht haben, wenn sie nicht die Meinung der Mehrheit unter den Technikern, wie unter den Pharmazeuten und Chemikern, gegen sich gehabt hätten. Allein *Brisson's* überaus sinnreiche Methode, die Punkte des Einsinkens schwimmender Körper in Flüssigkeiten für alle beliebigen Grade der Dichtheit zu finden (§. 295.), wurde einer zu grofsen Umständlichkeit, und beynahe der Unausführbarkeit beschuldiget; und *Richter's* eben so schöne als zweckmäfsige Einrichtung der Araeometer-Gradleitern (§. 322.) erklärte man als unbrauchbar im Gebiethe der chemischen Technik, und zwar aus folgenden allerdings nicht unwichtig scheinenden Gründen:

1. Weil die meisten Techniker und Pharmazeuten mit den Dezimal-Brüchen eben so wenig bekannt seyen, als mit dem Begriffe vom spezifischen Gewichte, und also jene Ausdrücke auch an *Richter's* Araeometer-Graden nicht fassen würden;

2. weil die Eintheilung der Gradleitern nach ungleichen Theilen oder nach Progressionen für den gemeinen Mechaniker zu umständlich und zu künstlich sey, und eben dadurch der Verbreitung solcher Instrumente hinderlich seyn werde; und endlich

3. weil in den meisten, vorzüglich aber in technisch-chemischen Werken die Konzentration der Flüssigkeiten nach *Baumé's* Graden angegeben sey, und folglich, durch die Einführung von Araeometern anderer Art, alle jene Data unbrauchbar werden und verloren gehen würden.

§. 335.

Um diesen Gründen nicht entgegen zu handeln, wendete ich also meinen ersten Fleifs auf Untersuchungen über die *Baumé'schen* Araeometer und ging guten Muthes an das Werk, weil ich die Ursachen der grofsen Verwirrung in allen Angaben über *Baumé's* Grade (§. 320.) Anfangs ausschliefslich in der Veränderlichkeit des Salzwasserpunktes und in der Nachlässigkeit bey der Verfertigung jener Araeometer suchte, und beyde Mängel sehr leicht beseitigen zu können glaubte. Ich setzte zu dem Ende das spezifische Gewicht für den Salzwasserpunkt fest, beachtete sehr streng das *Kalibriren* der Glasröhren, die Temperatur, die hygroskopische Eigenschaft des zu Gradleitern dienenden Papieres, und die höchst mögliche Präzision in der mechanischen Ausführung, und verfertigte so mit dem gröfsten Fleifse eine beträchtliche An-

zahl von *Baumé*'schen Araeometern zugleich. Aber, wie grofs war meine Verwunderung, als ich bey einer nachfolgenden Prüfung an meinen Instrumenten dennoch alle jene Mängel wieder entdeckte, die man den *Baumé*'schen Araeometern überhaupt vorwirft! als ich fand, dafs sie zwar vom Wasser- bis zum Salzwasserpunkte sehr nahe mit einander überein stimmten, von da aber immer mehr sich von einander entfernten, und endlich in den höchsten Graden um 2 bis 4, und einige sogar um 6 Grade nach *Baumé* von einander abwichen. — Mifstrauen gegen meinen eigenen Fleifs war auch hier die erste Folge dieser unerwarteten Entdeckung, und es wurden also jene Versuche neuerdings und oft wiederhohlt; aber es zeigten sich immer wieder dieselben Resultate. Noch begieriger, den Grund dieser sonderbaren Erscheinungen aufzufinden, versuchte ich mit eben dem Fleifse auch die mechanische Ausführung von *Bentely's* Araeometern; allein ähnliche Erfahrungen waren der Lohn dieser höchst mühsamen Arbeit.

§. 336.

Es würde für die gegenwärtige Absicht von keinem Nutzen seyn, alle jene unzählichen und dennoch vergeblichen Versuche, die ich für jene Absicht unternommen habe, hier anzuführen; ich bemerke daher nur noch, dafs ich einige Jahre hindurch meine ganze Mufse auf diesen undankbaren Gegenstand verschwendet, und endlich auch die Ursachen jener Abirrungen entdeckt habe. Diese sind nähmlich einzig und allein in der Abweichung der Glasröhren von der Cylinder-Form zu suchen; wo man sie auch früher schon hätte finden können, wenn man die Art und Weise, nach welcher alle Glasröhren verfertiget werden, aus dem Gesichtspunkte angesehen hätte, aus dem wir sie jetzt betrachten wollen.

§. 337.

So oft auf den Glashütten eine Glasröhre verfertiget werden soll, so geschieht diefs auf folgende Weise. Es wird an die Spitze des Glasbläserrohres, *Taf. IV. Fig.* 45. *a b*, eine beliebige Menge geschmolzener Glasmasse genommen, die man mit Hülfe eines angefeuchteten hölzernen Löffels zu einer Kugel *c* formet. Hat die Masse diese Gestalt erhalten, so wird sie neuerdings bis zum Erweichen in die Flamme des Schmelzofens gehalten, worauf mit Hülfe des Blaserohres die erforderliche Menge Luft in dieselbe eingeblasen wird. Die Kugel wird dabey, aus begreiflichen Gründen, gröfser und hohl, *Taf. IV. Fig.* 46. *a*, und die darin enthaltene Höhlung *b* wird immer an Gröfse der Menge der eingeblasenen Luft gleich seyn. Um nun aus dieser hohlen Kugel ein Rohr zu bilden, wird sie neuerdings in der Flamme erweicht, und so lange in der Luft hin und her geschwenkt, bis sie durch ihre eigene Schwere eine längliche Form *Taf. IV. Fig.* 47. *a* annimmt, und also auch eine längliche Höhlung *b* erhält. In diesem Zustande wird sie endlich zum letzten Mahle in der Flamme erweicht, dann aber das Ende eines mit Glasmasse *c* beklebten eisernen Stabes *d* in *e* angedrückt, und, so bald die Vereinigung geschehen ist, an beyden Enden, nähmlich an *f* und an *d* so lange in entgegen gesetzter Richtung gezogen, bis die erweichte Hohlkugel zu einer langen Röhre, *Taf. IV. Fig.* 48. *a b*, ausgedehnt worden ist. Bey diesem Verfahren befolgt aber die erweichte Glasmasse eben dieselben Gesetze der Schwere und der Kohäsion, denen alle zähen Materien unterworfen sind; und es folgt daraus, dafs alle auf diese Art verfertigten Glasröhren ungleich seyn, und an beyden Enden *a b* den gröfsten, gegen die Mitte aber einen immer kleiner werdenden, und endlich, wenn nicht besondere Umstände, als z. B. die plötzliche Erkaltung einzelner Theile, eine Aenderung bewirken, im Mittelpunkte ihrer Länge selbst *c* den kleinsten Durchmesser haben werden. Auch senken sich diese Röhren während dem Erkalten durch ihre eigene Schwere, dergestalt, dafs sie, wie *Fig.* 48. zeiget, die Form eines mehr oder minder gekrümmten Bogens *a*, *c*, *b* annehmen.

§. 338.

Beyden im Vorigen erwähnten Fehlern sucht man nun zwar auf den Glashütten durch mancherley Handgriffe zu begegnen. Um gerade Röhren zu bekommen, werden diese gewöhnlich während dem Erkalten, und bis sie vollkommen abgekühlt sind, immerwährend um ihre eigene Achse gedreht, oder wohl auch auf ein flaches Bret gelegt, damit sie sich nicht krümmen; und um denselben die cylindrische Form zu geben, stellen sich gewöhnlich einige Glasarbeiter mit ihren Hüten an, und wehen, während dem Ausziehen der Röhren, die Luft auf diejenigen Punkte, an welchen jene am ersten den beabsichtigten Durchmesser erhalten haben, um ein schnelles Erhärten dieser Stellen zu bewirken; während die dickeren Theile fortwährend erweicht bleiben und dünner gezogen werden können. Aber durch beyde Mafsregeln wird die beabsichtigte Gleichheit keinesweges erreicht; denn durch das fortwährende Umdrehen müssen sich jene Röhren durch ihre eigene Schwere oft hin und her beugen, wo-

durch sie eine ungleiche wellenförmige Oberfläche erhalten; so wie sie, wenn man sie auf einer Fläche liegend erkalten läfst, platt gedrückt werden. Durch das Anwehen mit den Hüten aber entstehet der noch schlimmere Umstand, dafs einzelne Punkte *c*, *e*, *g*, *i*, *Taf. IV. Fig.* 49. früher stocken, während die übrigen Theile der Röhren dünner ausgedehnt werden; wodurch am Ende kein Cylinder, sondern immer nur ein Aggregat von kegelförmigen Röhren *a b*, *b c*, *c d*, *d e*, *e f*, *f g*, *g h*, *h i*, *i k*, *k l* entstehet, die wechselweise bald mit ihren Grundflächen, bald mit ihren Spitzen an einander hangen, und so immer nur ein sehr ungleiches Rohr bilden. So grofs als diese Abweichungen in *Fig.* 49. erscheinen, sind sie nun zwar in der Wirklichkeit nicht; denn hier sind um der Deutlichkeit willen und des eingeschränkten Raumes wegen alle Differenzen, die sich in der Wirklichkeit auf Röhren von 4 bis 6 Klafter Länge ausgedehnt vorfinden können, in den kleinen Raum von *a* bis *l* zusammen geschoben worden. Allein sie sind nichts desto weniger immer vorhanden, und es ist folglich gewifs, dafs vollkommen cylindrische Röhren nicht zu finden sind, sondern dafs sie, fast ohne Ausnahme, entweder als einzelne Stücke eines längeren Kegels, oder wohl gar als aus mehreren kürzeren Kegeln entstandene Aggregate betrachtet werden müssen.

§. 339.

Diese Differenzen nun sind es, welche man auch in allen aus zwey festen Punkten abgeleiteten und nach gleichen Distanzen abgemessenen Araeometer-Graden wieder findet; denn gleich lange Abschnitte von ungleich dicken Röhren werden immer ungleiche Volumina geben, was aber der Voraussetzung, auf welcher die ganze Einrichtung gleichtheiliger Araeometer-Grade beruhet, platterdings entgegen ist; weil man dabey keineswegs gleichlange Stücke des Gradbalkens, sondern gleiche Volumina, d. i. gleichgrofse Theile seines körperlichen Inhaltes auszeichnen will (§. 282.). So oft man daher mehr oder weniger konische Glasröhren zu Araeometern mit gleichgrofsen Graden verwendet hat; so haben jene Differenzen nothwendig in dem Mafse zum Vorschein kommen müssen, in welchem diese Röhren mehr oder weniger von der Cylinder-Form abweichend gewesen sind. Vergeblich hat man dabey ein sorgfältiges Auslesen der Röhren von gleichem Durchmesser vorgeschrieben; denn wo nichts von dem, was man sucht, vorhanden ist, da kann auch keine Auswahl seyn; und das sorgfältigste Auslesen und selbst das so genannte *Kalibriren* der Röhren hat folglich immer nur eine geringe Verminderung der aus diesem Umstande entspringenden Abirrungen bewirken können. Wie unbedeutend und unzureichend aber diese gewesen ist, wird man sich leicht vorstellen, wenn man bedenkt, wie sehr bey der Auswahl der Glasröhren das Auge von der glatten Oberfläche, vom Glanze und von der Durchsichtigkeit des Glases getäuscht werden kann, und wie schwierig die Untersuchung des Kalibers durch mechanische Mittel ist; dasselbe wird auch durch den grofsen, zwischen den Graden gleichtheiliger Araeometer herrschenden Mangel an Uebereinstimmung zur Genüge bewiesen (§. 321.).

§. 340.

Wenn also mehrere gleichtheilige Araeometer mit einander übereinstimmend gemacht werden sollten; so wäre es unumgänglich nöthig, dafs man vorher genau erforschte, in wie weit sich die als Gradbalken der Araeometer dienenden Glasröhren von der Cylinder-Form entfernten und zur konischen hinüber neigten, und dafs man die Eintheilungen der Gradleitern diesen Abweichungen gemäfs einrichtete. Wäre demnach ein Rohr wirklich von durchaus gleichgrofsem Durchmesser oder cylindrisch, *Taf. III. Fig.* 39, so würde auch die Gradleiter *a b* in gleichgrofse Theile getheilt werden können, weil in diesem Falle durch gleiche Distanzen gleichgrofse Volumina abgeschnitten würden. Wäre hingegen das Rohr aufrecht-konisch, *Taf. III. Fig.* 40, d. i. unten *d* dicker und oben *c* dünner, so könnten die Grade schon nicht mehr nach gleichen Intervallen aufgetragen werden; sondern sie müfsten, um gleiche Volumina auszuzeichnen, von *c* nach *d* herab immer in dem Mafse kleiner werden, als das Rohr dicker wird: so wie im Gegensatze, wenn das Rohr umgekehrt-konisch wäre, *Taf. III. Fig.* 41, aus eben denselben Gründen die Grade, dieser Abweichung von der Cylinder-Form entsprechend, von *e* nach *f* immer gröfser werden müfsten. Wäre endlich ein Rohr das Aggregat aus mehreren Kegelabschnitten (§. 338.); so würden auch die Grade, ganz dieser Zusammensetzung gemäfs, bald wachsen, bald abnehmen müssen. Sollte man hingegen alle diese Umstände nicht berücksichtigen, und wenn z. B. an mehreren Araeometern die Intervalle zwischen o und dem 10ten Grade, *Fig.* 39. *a*, *g*, *Fig.* 40. *c. h*, *Fig.* 41. *e. i*, gleichgrofs gefunden worden wären, auch die übrigen Grade eben so grofs machen wollen, wie bey *Fig.* 39. *a b*; so würde man endlich mit dem 70sten Grade bey *Fig.* 40. auf *k*, bey *Fig.* 41. aber auf *l* kommen; und es würden daraus natürlich für die Gradleitern *Fig.* 40. und 41. jene grofsen Abirrungen entstehen, die man bey der Vergleichung dieser Gradleitern mit der *Fig.* 40. wahr-

nehmen kann, die sich aber auch an allen nach den bisher befolgten Grundsätzen verfertigten Araeometern wirklich vorfinden *).

§. 341.

Die im Vorhergegangenen aufgestellten Ansichten und Erfahrungen sind, wie man sieht, mehr als hinreichend, jene Gründe zu entkräften, um derentwillen man *Brissons* und *Richters* Vorschläge vernachlässiget hat (§. 334.); denn es ergibt sich aus denselben unwiderleglich, dafs man, selbst bey der Annahme eines gleichtheiligen Normal-Araeometers, die Gradleitern der übrigen Instrumente, wenn sie mit diesem überein stimmen sollten, nach solchen Progressionen würde eintheilen müssen, wie sie den Abweichungen der Gradbalken von der Cylinder-Form angemessen wären, und dafs folglich die Verfertigung solcher Instrumente in den Händen des gemeinen Mechanikus nie gedeihen könne, sondern immer nur wissenschaftlich ausgebildeten Künstlern, welche mit den Mitteln, jene in den Gradleitern obwaltende Progressionen aufzufinden, bekannt wären, anvertrauet werden müfste. Auch würde man vorher allgemein einig werden müssen, ob sich mit der Konstruktion dieser berichtigten Araeometer an die Angaben *Gilpin's*, *Gerstner's*, *Bentely's* oder an die Vorschrift der Holländischen Pharmakopoe (§. 321.) zu halten sey, und man würde also gewisser Mafsen gezwungen seyn, ein neues Instrument zu statuiren. Bey allen diesen Vorkehrungen aber würde die gewünschte Ordnung dennoch nicht erreicht werden; denn immerwährend würden diese verbesserten Instrumente in der Praxis mit den älteren verwechselt, und dadurch auch die in chemischen und technischen Schriften vorkommenden Abirrungen (§. 312.) bis ins Unendliche fortgepflanzt werden.

§. 342.

Soll nun allen diesen Unordnungen auf ein Mahl und dauerhaft abgeholfen werden; so bleibt kein anderes Mittel übrig, als dafs man *neue*, von den ältern auffallend verschiedene *Araeometer* aufstelle. Und soll man eine neue Art von Araeometern einführen, die von allen vorhin gerügten Mängeln frey ist; so bleibt wieder keine andere Wahl, als dafs man, mit beständiger Rücksicht auf die Abweichungen der Glasröhren von der Cylinder-Form, die gründlichen Vorschläge *Richter's* und *Brisson's* ergreife; denn nie und nimmermehr wird man etwas Besseres ersinnen. Freylich wird man diese Methode immer noch der Beziehung auf Dezimal-Brüche (§. 334.) beschuldigen und einwenden können, dafs diese Eintheilung nur Wenigen fafslich seyn werde; allein in unserem Zeitalter, in welchem man in allen Lehrbüchern die Massenverhältnisse durch Dezimal-Brüche bezeichnet, und also die Kenntnifs dieser Zahlen bey jedem Schüler voraussetzt, kann diese Einwendung wohl wenig gelten, und höchstens zu der Erinnerung führen: dafs, wer nichts lernen will, es sich gefallen lassen möge, auch nichts zu verstehen. — Noch weniger aber werden derley Einwürfe dann Eingang finden, wenn man bedenkt, welche Vortheile von der Einführung solcher Araeometer zu erwarten sind. Es sind folgende:

1. Araeometer, welche durch ihre Gradleitern entweder das spezifische Gewicht oder unmittelbar die Massenverhältnisse selbst bezeichnen, sind im Grunde einfacher als alle andern; denn man erfährt bey ihrem Gebrauche im ersten Augenblicke alles, was man wissen will; während man bey andern, z. B. bey den *Baumé*'schen (auch wenn sie berichtiget worden wären), die gefundenen Grade zuerst in das spezifische Gewicht, und — im Falle man den Massengehalt erfahren will — wohl auch noch auf eine andere Weise übersetzen mufs.

2. Sie werden ferner, weder in den Angaben der Lehrbücher, noch in der Praxis, bedeutende Irrungen veranlassen können; denn der Schriftsteller wird, wenn er belehren will, nicht mehr wie vorhin willkührliche Grade, sondern geradezu das

*) Auch andere Bearbeiter dieses Gegenstandes haben in der neuern Zeit den Mangel an cylindrischen Glasröhren gefühlt, und um den daraus entspringenden Abweichungen zu begegnen, (*Gilberts* Annalen der Physik. 1811. St. 8. S. 70.) vorgeschlagen: dafs man bey der Verfertigung der Gradleitern mehrere Punkte durch Einsenken der Araeometer in Flüssigkeiten von bekanntem spezifischen Gewichte praktisch suchen, und die auf diese Weise gefundenen Räume, jeden für sich, nach dem für die Gradleiter angenommenen Gesetze eintheilen solle. Durch dieses Verfahren können nun freylich die vorhandenen Differenzen merklich vermindert, aber keineswegs gänzlich gehoben werden; denn die Eintheilungen, die doch der Natur der Sache nach, so bald der einzutheilende Gradbalken konisch ist, bey jedem einzelnen Grade allmählich wachsen oder abnehmen, und also, selbst wenn die Normal-Eintheilung gleiche Abstufungen befolgte, nicht zwey gleichgrofse Intervalle enthalten sollten — werden durch obiges Verfahren treppenförmig an einigen Punkten plötzlich gröfser oder kleiner werden, an andern hingegen gleich grofs bleiben.

spezifische Gewicht der Flüssigkeiten in die Geschichte seiner Erfahrungen eintragen dürfen, und dennoch verstanden werden; die zweifelhaften Data vergangener Zeiten aber wird er in einer einzigen Tafel zusammen fassen und nach und nach durch neue Erfahrungen berichtigen können.

3. Auch werden diese Instrumente sich länger im Ansehen erhalten und eben dadurch allgemeiner werden können, als alle ältern, unter denen immer eines das andere verdrängte und neue Verwirrungen verbreitete; denn ihre Einrichtung gründet sich direkt auf die natürlichen Eigenschaften der Körper, und es ist daher nicht zu besorgen, dafs etwas Besseres nachkommen wird.

4. Diese Instrumente werden sich aber auch dadurch vortheilhaft von allen älteren unterscheiden, dafs sie immer besser werden müssen, je länger sie in der Anwendung bestehen; denn der mit ihrer Verfertigung beschäftigte Künstler weifs nun ganz bestimmt, was er will, und welche Hindernisse in seinem Wege stehen, und wird also — wofern er sich übrigens des so nachtheiligen Kopirens (§. 308.) enthält — in der öftern Wiederhohlung seiner Arbeiten näher an die Wahrheit kommen müssen, von der man sich bey allen ältern Methoden immer weiter entfernte.

5. Endlich wird man über die Richtigkeit solcher Instrumente nie in Streit gerathen können (§. 310.); denn da man ganz genau unterrichtet ist, wie viel jeder einzelne Grad am spezifischen Gewichte bedeuten soll, so wird man in zweifelhaften Fällen die spezifischen Gewichte der mit diesen Araeometern geprüften Flüssigkeiten auch auf andern Wegen (§. 59 u. s. f.) suchen, und durch diese Gegenprobe augenblicklich entscheiden können, in wie fern jene trieglich gewesen oder der Wahrheit nahe gekommen sind.

§. 343.

Nicht eine voreilige Neuerungssucht also, oder andere Nebenabsichten, sondern einzig und allein die innigste Ueberzeugung von der Wahrheit dieser Sätze, hat mich vor mehreren Jahren schon bestimmt, meine Meinung gegen die gleichtheiligen Araeometer-Gradleitern zu richten, und *Richter's* und *Brisson's* Ideen zur Ausführung zu bringen. Ich habe zu dem Ende nach *Richter's* Vorschlägen (§. 322.) *allgemeine* und *besondere Araeometer* konstruirt, und dabey nach *Brisson's* Methode (§. 295.) die Grade hydrostatisch zu bestimmen gesucht. Ich habe ferner in der Ueberzeugung, dafs die mittlere Temperatur für die Praxis die angemessenste sey, alle diese Instrumente bey + 14° Reaum. Temp. gradirt, und sie sind also auch nur bey diesem Grade der Wärme anzuwenden. Tabellen, vermittelst welchen sie auch bey andern Wärmegraden angewendet werden könnten *), habe ich, obgleich man diefs gewünscht hat, keine entworfen; weil die Erfahrung lehrt, dafs Glas und Glas, je nachdem dasselbe dicker oder dünner an der Masse ist, oder ein geringeres oder gröfseres Verhältnifs der Kieselerde zum Kali in seiner Grundmischung obwaltet, oder je nachdem dasselbe nach seiner Bearbeitung schneller oder langsamer abgekühlt worden ist, und Metall und Metall, je nachdem es mehr oder weniger gehämmert worden ist u. s. f., bey gleichen Veränderungen der Temperatur sehr ungleiche Gesetze der Ausdehnung befolgt; und dafs folglich solche Tabellen auch nur für jene Instrumente richtig seyn können, mit deren Hülfe sie entworfen worden sind, bey allen andern aber mehr oder weniger zu Täuschungen veranlassen müssen.

§. 344.

Als Material zur Verfertigung meiner Instrumente zog ich das Glas den Metallen aus folgenden Gründen vor. Weil die Metalle, wenn sie in Flüssigkeiten schwimmende Körper bilden sollen, sehr dünn ausgehämmert werden müssen, dann aber sehr leicht Eindrücke annehmen, wobey sie am Volumen verlieren, und eben darum zur Darstellung zuverlässiger Araeometer nicht geeignet sind; wogegen das Glas bey dem geringsten Eindrucke schon zerbricht, und also seine einmahl empfangene Form, ohne gänzlich zerstört zu werden, nicht verlieren kann. Weil ferner auf den Metallen öhlige und allerhand andere Verunreinigungen sehr fest haften, und dann nur durch chemisch- oder mechanisch-scharfe Stoffe herab gebracht werden können, wobey aber auch ihre Masse angegriffen und vermindert wird; während dagegen das Glas sehr leicht und ohne merklichen Verlust an Masse und Gewicht gereiniget werden kann.

*) Gilbert's Annalen der Physik. 1811. 8. St. S. 72.

Und endlich hauptsächlich darum, weil metallene Araeometer ohnehin nur bey jenen wenigen Flüssigkeiten zu brauchen sind, von denen sie nicht chemisch angegriffen werden können; wogegen das Glas, die Flufsspath - Säure ausgenommen, allen Säuren und allen andern scharfen und ätzenden Stoffen vollkommen widersteht.

§. 345.

Was endlich die Gestalt meiner Araeometer anbetrifft, so habe ich die von *Richter* erfundene Walzenform (§. 323.) gewählt, weil Instrumente dieser Art minder zerbrechlich sind, als jene mit zwey Kugeln, und hauptsächlich darum, weil sie bey den Versuchen nur wenig Flüssigkeit erfordern, ein Umstand, der in der Praxis überaus wichtig ist. Ich verwerfe darum die andern Formen nicht; im Gegentheile mufs ich gestehen, dafs Araeometer mit zwey Kugeln in gewissen Fällen, und vorzüglich da, wo man kleine Differenzen im spezifischen Gewichte durch grofse Grade auszeichnen will, ihre eigenen Vorzüge haben; denn bey dieser Form kann man die Empfindlichkeit, indem man den Durchmesser des Gradbalkens vermindert, oder das Volumen der Kugel vergröfsert, nach Gefallen vermehren, welches bey ganz cylindrischen oder doch cylinderähnlichen Instrumenten nicht der Fall ist.

§. 346.

Die Form und Einrichtung meiner Araeometer gehört also *Richtern* zu, und die Methode, nach welcher die Grade gefunden werden, bleibt das Verdienst *Brisson's*. Die Mittel aber, durch welche ich diese Vorschläge technisch ausführen und die grofsen Schwierigkeiten, welche man dabey, vorzüglich in Absicht auf die Ungleichheit der Glasröhren, zu bekämpfen findet, überwinden konnte, gehören mein, und gründen sich auf mehrere von mir selbst erfundene mathematische und physikalische Hülfs - Instrumente und auf eine grofse Anzahl für diesen Zweck von mir entworfener Tabellen. Da jedoch alle diese Hülfsmittel Gegenstände der angewandten Mathematik sind, und folglich eine ausführliche Nachricht darüber hier nicht ganz an ihrem Orte stehen würde, auch vielleicht dereinst — wenn ich in die Umstände versetzt werde, diefs thun zu können — durch ein eigenes Werk ins Publikum kommen werden; so schweige ich davon, indem ich zur näheren Beschreibung meiner Araeometer und ihrer Anwendung übergehe.

C. Allgemeine Araeometer des Verfassers.

§. 347.

Das *allgemeine Araeometer* habe ich in zwey verschiedenen Instrumenten gegeben, deren eines für Flüssigkeiten bestimmt ist, die leichter sind als das Wasser, das andere hingegen für solche, die schwerer sind. Das erstere umfasset solchergestalt die spezifischen Gewichte von 0,730 bis 1,000, oft auch von 0,700 bis 1,000; das andere hingegen von 1,000 bis 2,000. Bey jenem sind immer 0,005 des spezifischen Gewichtes durch eine Linie in der Gradleiter angedeutet, bey diesem hingegen 0,010, weil gleiche Differenzen im spezifischen Gewichte hier ungleich kleinere Volumens - Veränderungen des eingesunkenen Theiles bewirken. Es sind übrigens wie gewöhnlich mehrere Haupt - Intervalle, und zwar bey den für leichtere Flüssigkeiten dienenden Araeometern immer die zweyte, bey denen für schwerere Flüssigkeiten hingegen immer die fünfte Linie mit den entsprechenden und das spezifische Gewicht unmittelbar ausdruckenden Zahlen bezeichnet, so dafs man also auch die unbeschriebenen Linien sehr leicht nachzählen und ihren Werth finden kann.

§. 348.

Die Gradleitern solcher Araeometer erhalten, obschon sie gleichgrofse Intervalle des spezifischen Gewichtes bezeichnen, dennoch, und selbst bey vollkommen cylindrischen Gradbalken, ungleiche Grade, *Taf. III. Fig.* 43; weil, von *b* angefangen, bey dem jedesmahligen Tiefersinken des Instruments das Volumen des in der Flüssigkeit eingetauchten Körpers gröfser wird, wodurch aber auch der nächste Grad, wenn er zu diesem neuen Volumen im gehörigen Verhältnisse stehen soll, nothwendig gröfser werden mufs. Die ganze Reihe der Grade bildet auf diese Art, nach bestimmten Gesetzen, eine durch Linien ausgedruckte geometrische Proportion, die sich auf den mathematischen Lehrsatz: „*die spezifischen Gewichte der Körper verhalten sich umgekehrt wie ihre Volumina*“ gründet (§. 243.), und — eine cylindrische Form der Gradbalken vorausgesetzt — allerdings unwandelbar ist. So bald aber die zur Darstellung der Araeometer verwendeten Glasröhren von ungleichem Durchmesser sind, was bey-

nahe ohne Ausnahme wirklich der Fall ist; so gilt auch jenes Gesetz nicht mehr, sondern dasselbe mufs, eben wie bey den gleichtheiligen Araeometern (§. 340.), den Abweichungen von der Cylinder-Form entsprechend, abgeändert werden. Wie grofs die hieraus entspringende Verschiedenheit der Gradleitern, und wie grofs die aus der Vernachlässigung dieses Umstandes entspringenden Abirrungen seyn können, wird man sehr bald wahrnehmen, wenn man die beyden Gradleitern *Taf. IV. Fig.* 43 u. 44 mit einander vergleichet. Beyde sind von *a* bis *b*, oder von 1,000 bis 2,000 gleich lang, und differiren dennoch an allen übrigen Punkten mehr oder weniger, ja, in der beyläufigen Hälfte ihrer ganzen Länge *c* sogar um 0,050 des spezifischen Gewichtes. Beyde sind über diefs nicht etwa nur flüchtig hingeworfene theoretische Demonstrationen, sondern sehr genaue Abbildungen von zwey Araeometern, die ich wirklich besitze, und jedem, der sich belehren will, vorzeigen kann.

§. 349.

Ueber den Gebrauch dieser Instrumente ist kaum etwas zu sagen nöthig; denn da ihre Gradleitern unmittelbar die spezifischen Gewichte selbst bezeichnen; so braucht man nur nach zu sehen, wie weit sie in den Flüssigkeiten einsinken, um an den Punkten des Einsinkens sogleich auch die spezifischen Gewichte zu erkennen. Man verrichte solche Proben aber immer unter folgenden Vorsichtsregeln:

1. Man sorge dafür, dafs die Instrumente jederzeit rein gehalten werden; denn jede Verunreinigung derselben — ja sogar jener Firnifs, den die Atmosphäre in einiger Zeit auf alle Gläser abzusetzen pflegt — verändert die Anziehung des Glases zu den Flüssigkeiten, und kann also wohl auch auf das mehr oder minder tiefe Einsinken der Araeometer Einflufs haben.

2. Man giefse bey jedem Versuche so viel von der zu untersuchenden Flüssigkeit in die Hülse, *Taf. IV. Fig.* 42. *e f*, dafs in ihrer trichterförmigen Mündung *e* nur ein Raum von beyläufig zwey Linien unangefüllt bleibe.

3. Die zu untersuchende Flüssigkeit sey immer bis zu jenem Grade erwärmt, bey welchem die Araeometer gradirt worden sind; denn jede Vernachlässigung dieser Regel ziehet eine gleichmäfsige Abweichung in den Resultaten der Versuche nach sich.

4. Nach jedesmahligem Gebrauche trockne man die Araeometer wie die Hülsen sorgfältig ab und aus; denn auch noch so wenig an erstern haftende oder in letzteren zurück gebliebene Feuchtigkeit kann bey nachfolgenden Versuchen Irrthümer herbey führen. Und endlich

5. Hüthe man sich vor jener bösen Gewohnheit, die Araeometer noch vor den Versuchen durch Auflegung eines Fingers bis unter die Oberfläche der Flüssigkeiten hinab zu drücken, um dann zuzusehen, wie weit dieselben wieder heraus steigen. Die Instrumente werden bey diesem Verfahren bis oben an benetzt, und folglich schwerer, wodurch dann ebenfalls falsche Angaben erzeugt werden; ein Fehler, der aber gänzlich vermieden wird, wenn man die Araeometer mit Behuthsamkeit in die Flüssigkeiten bringet und durch ihre eigene Schwere einsinken läfst.

β. Besondere Araeometer oder Procenten-Araeometer des Verfassers.

§. 350.

Die *besondern* oder *Procenten-Araeometer* sind von den vorigen dadurch verschieden, dafs ihre Gradleitern sich nicht auf die spezifischen Gewichte, sondern unmittelbar auf die *Massenverhältnisse* gemischter Flüssigkeiten selbst beziehen, und daher mit jedem einzelnen Grade ein Procent der in der Flüssigkeit enthaltenen und in der Frage stehenden Masse anzeigen. Sehr gern hätte ich mit diesen Graden die reine Masse selbst bezeichnet; allein es finden hier dieselben Hindernisse Statt, deren oben schon gedacht worden ist (§. 147.), und ich habe es daher, aus ebenfalls dort angeführten Gründen, für zweckmäfsiger gehalten, irgend eine hochkonzentrirte Flüssigkeit zur Norm aufzustellen, und meine Grade auf diese Normal-Masse zu beziehen, aus welcher sich dann nöthigen Falls auch die reine Masse — in so fern unsere Meinungen hierüber richtig sind — mit Leichtigkeit bestimmen läfst. Solche Instrumente können aber, wie man wohl einsieht, immer nur für eine und dieselbe Art von Flüssigkeiten brauchbar seyn; denn eben weil sie die Massenverhältnisse bezeichnen sollen, so müssen sie

auch genau mit den Dilatations-Gesetzen korrespondiren; die, wie wir im *dritten Abschnitte* (§. 126.) gesehen haben, bey verschiedenen Materien gar sehr von einander verschieden sind. Ich habe daher nach und nach den Plan zu eigenen Araeometern für Schwefelsäure (*Schwefelsäure-Messer*), für Salpetersäure (*Salpetersäure-Messer*), für Salzsäure (*Salzsäure-Messer*), für Ammoniak (*Ammoniak-Messer*), und für Alkohol (*Alkohol-Messer*) entworfen und auch technisch ausgeführt, und alle diese Araeometer auf die Eigenschaften der oben beschriebenen (§. 147 bis 215.) Mischungen aus Wasser und jenen Stoffen gegründet; so zwar, daſs nun die Gradleitern meiner Procenten-Araeometer füglich als die Ausdrücke der in den für jene Mischungen entworfenen Tabellen (Tab. XIII bis XXIV) aufgestellten Dilatations-Gesetze in Längenmaſsen anzusehen sind.

§. 351.

α. Schwefelsäure-Messer.

Das Procenten-Araeometer für Schwefelsäure, oder der *Schwefelsäure-Messer*, gründet sich demnach ganz auf die Tabelle XIV., und ist eben darum mit zwey hunderttheiligen Gradleitern versehen, deren eine, mit *A* bezeichnet, das in der dritten Spalte der Tabelle herrschende Dilatations-Gesetz der aus Vitriol gezogenen Säure ausdruckt, während die andere, mit *B* bezeichnet, das in der sechsten Spalte jener Tabelle obwaltende Gesetz der Verdichtung der aus Schwefel bereiteten Säure befolgt. Beyde sind übrigens mit den in der ersten und vierten Rubrik der Tabelle aufgestellten Zahlen bezeichnet, es bedeutet demnach jeder einzelne Grad ein pro Cent der Normal-Säure, deren spezifisches Gewicht bey + 14° Reaum. Temp. = 1,842 gefunden worden ist.

§. 352.

β. Salpetersäure-Messer.

Der *Salpetersäure-Messer* oder das Prozenten-Araeometer für Salpetersäure ist wie das vorige eingerichtet, und auf die in der Tabelle XVI. verzeichneten Eigenschaften der Mischungen aus Salpetersäure und Wasser (§. 174.) gegründet. Es hat, weil auch die Salpetersäure, je nachdem sie im vollkommenen oder unvollkommenen Zustande ist, sehr verschiedene Dilatations-Gesetze befolgt, ebenfalls zwey Gradleitern, deren eine, mit *A* bezeichnet, für so genannte unvollkommene, die andere, mit *B.* bezeichnet, hingegen für vollkommene Salpetersäure anzuwenden ist. Im Uebrigen gleicht dieſs Instrument dem vorigen, indem es mit seinem 100ten Grade die Normal-Säure, deren spezifisches Gewicht bey + 14° Reaum. Temp. = 1,560 gefunden worden ist, und mit jedem einzelnen Grade ein pro Cent dieser Normal-Säure bezeichnet.

§. 353.

γ. Salzsäure-Messer.

Der *Salzsäure-Messer*, oder das Procenten-Araeometer für Salzsäure, ist zwar ebenfalls nach jenen Grundsätzen konstruirt, und auf die Tabelle XVIII. gegründet; allein dasselbe hat, weil die Salzsäure nur in einem Zustande vorkommt, und also auch nur ein Dilatations-Gesetz befolgt (§. 177.), nur eine Gradleiter, die mit ihrem 100ten Grade bey + 14° Reaum. Temp. auf eine Normal-Säure von 1,205 spezifischen Gewichts, mit allen übrigen Graden aber auf Procente dieser Normal-Säure deutet.

§. 354.

η. Ammoniak-Messer.

Der *Ammoniak-Messer*, oder das Procenten-Araeometer für Ammoniak gleicht dem vorigen, bis auf den Unterschied, daſs seine Gradleiter das in der Tabelle XX. obwaltende Dilatations-Gesetz wässeriger Ammoniak-Auflösungen ausspricht, und also mit dem 100ten Grade bey + 14° Reaum. Temp. eine aus Ammoniak und Wasser bestehende Normal-Flüssigkeit von 0,833 spezifischen Gewichts, und mit allen übrigen Graden Procente dieser Normal-Flüssigkeit anzeiget.

§. 355.

b. Alkohol - Messer.

Der *Alkohol - Messer* oder das Procenten - Araeometer für Alkohol gründet sich auf die in den Tabellen XXV. und XXVI. aufgestellten Resultate der Untersuchungen über die Dilatations - Gesetze des Alkohols in Mischungen mit Wasser, und hat demnach zwey Gradleitern, deren eine, mit *A* bezeichnet, nach der Tabelle XXV. Procente des Gewichtes (§. 190.), die andere hingegen, mit *B* bezeichnet, die in der Tabelle XXVI. verzeichneten Mischungsverhältnisse nach Procenten des Volumens anzeiget. Beyde deuten übrigens mit dem 100ten Grade bey + 14° Reaum. Temp. auf einen Normal - Alkohol von 0,7932 spezifischen Gewichts, und folglich mit allen übrigen Graden, je nachdem die Skale *A* oder *B* gebraucht wird, entweder auf Procente des Gewichtes an solchem Normal - Alkohol oder auf das Mischungsverhältnifs nach Inhaltsmafsen *).

ℵ. Anwendung der Procenten - Araeometer zur Vergleichung mehr und minder konzentrirter Flüssigkeiten nach Procenten des Gewichtes.

§. 356.

Ueber die Art und Weise, wie diese Procenten - Araeometer auch in vergleichenden Fällen auf die Praxis anzuwenden sind, sollte eigentlich nichts mehr anzuführen nöthig scheinen; denn da sie im Grunde alle als die Repräsentanten der im dritten Abschnitte (§. 147 bis 215.) erläuterten Tabellen (Tab. XIV, XVI, XVIII, XX, XXV und XXVI.) erscheinen; so können sie auch zur Vergleichung mehr oder minder konzentrirter Flüssigkeiten angewendet werden, indem man mit Hülfe derselben unmittelbar den Massengehalt findet, und dann, nach den dort aufgestellten Regeln (§. 147 bis 215.), auch die beabsichtigte Vergleichung berechnet. Allein derley Aufgaben sind, so einfach sie auch vorliegen, dennoch nicht jedermanns Sache, und legen dem minder kundigen Praktiker oft unübersteigliche Hindernisse in den Weg, welche ihn abschrecken und so von manchen Fortschritten zurück halten, die er sonst machen würde. Ich habe daher, und um meine Araeometer möglichst gemeinnützig zu machen, vor mehreren Jahren schon alle Verhältnisse zwischen mehr und minder konzentrirten Flüssigkeiten berechnet, und ihre Vergleichung von 5 zu 5 Procenten des Gewichtes in einer eigenen Tabelle aufgestellt, die man als die XXX. im zweyten Theile dieses Werkes abgedruckt findet, und durch welche man mehr und minder konzentrirte Flüssigkeiten nunmehr auch ohne alle Rechnung mit einander vergleichen kann.

§. 357.

In dieser Tabelle ist, wie man sieht, in der ersten abwärts laufenden Spalte *A* die Konzentration der einen, in der ersten querfortlaufenden Zahlenreihe *B* aber die Konzentration der andern zu vergleichenden Flüssigkeit, und endlich in den Mittelfeldern das Produkt dieser Vergleichungen aufgestellt; so zwar, dafs immer 100 Theile der in der Spalte *A* nach ihrer Stärke verzeichneten Flüssigkeit mit jener Menge der in der Zahlenreihe *B* bemerkten verglichen werden, welche diesen 100 Theilen an normellem und folglich auch an reinem Massengehalte gleich ist. Die Zahl, welche diese Menge ausdruckt, befindet sich im Mittelfelde jedes Mahl dort, wo sich die von den die zu vergleichenden Flüssigkeiten vorstellenden Zahlen auslaufenden Zahlenreihen durchkreuzen. Wir setzen, zum erläuternden Beyspiele, man wolle zwey Flüssigkeiten, deren eine 40, die andere hingegen 55 pro Cent am Araeometer gezeigt habe, mit einander vergleichen. Diefs kann auf zwey Arten geschehen; man kann nähmlich entweder von einer oder von der andern 100 Theile vergleichen wollen. Will man 100 Theile der 55 procentigen Flüssigkeit vergleichen, so suche man also 55 in der mit *A* bezeichneten Spalte, 40 aber in der Zahlenreihe *B*, und sehe nach, wo sich die von diesen beyden Zahlen auslaufenden Zahlenreihen durchkreuzen. Man findet dort die Zahl 137½. 100 Gewichtstheile der 55 procentigen Flüssigkeit werden folglich genau so viel Normal - Masse enthalten, als 137½ Gewichtstheile einer Flüssigkeit von 40 pro Cent. Sollen hingegen 100 Theile der 40 procentigen mit der angemessenen Menge 55 procentiger Flüssigkeit verglichen

*) In der frühern Zeit habe ich wohl auch einige andere Arten von Araeometern konstruirt, deren weiter unten noch erwähnt werden wird.

werden; so suche man 40 in der Spalte *A*, 55 hingegen in der Zahlenreihe *B*, wobey man in dem entsprechenden Mittelfelde die Zahl $72\frac{8}{11}$ findet, und damit zugleich erfährt, dafs 100 Gewichtstheile 40 procentiger Flüssigkeit eben so viel Normal-Masse, und folglich auch eben so viel reine Masse enthalten, als $72\frac{8}{11}$ Theile einer Flüssigkeit von 55 Procenten.

§. 358.

Der Nutzen und die Bequemlichkeit, welche diese Tabelle in der Praxis gewähren kann, wurde bald nachdem sie im Publikum erschienen war, allgemein anerkannt; aber zugleich kam mir auch von allen Seiten der Wunsch zu, dafs ich auch eine ähnliche Tabelle für die Vergleichung aller einzelnen Procente berechnen und durch den Druck gemeinnützig machen möchte. Um nun dieser Aufforderung Genüge zu leisten, habe ich daher jene Tabelle nunmehr bis auf alle einzelnen Procente ausgeführt und dem zweyten Theile dieses Werkes als die XXXI. beygefügt. Um aber die Mannigfaltigkeit ihrer Anwendung auch dem Minderunterrichteten deutlich zu machen, und damit zugleich auch die Benutzung der vorhin beschriebenen Procenten-Araeometer näher zu beleuchten, setze ich nun noch einige Beyspiele hinzu, die sich auf jene Fälle beziehen, welche in der chemisch-technischen, wie in der chemisch-pharmazeutischen Praxis gewöhnlich vorzukommen pflegen.

§. 359.

α) Die Konzentration irgend einer Flüssigkeit mittelst des dazu eingerichteten Procenten-Araeometers zu finden.

Bey Flüssigkeiten, welche nur in einerley Zustand vorkommen, wie z. B. die Salzsäure, das tropfbarflüssige reine Ammoniak und Alkohol haltige Flüssigkeiten, geschieht diefs blofs dadurch, dafs man die für die zu prüfenden Flüssigkeiten eingerichteten Procenten-Araeometer in dieselben setzet, und an dem Punkte ihres Einsinkens sogleich auch ihren Gehalt nach Procenten der Normal-Masse bemerkt. Bey Flüssigkeiten hingegen, die in verschiedenem Zustande vorkommen, und folglich auch verschiedene Dilatations-Gesetze befolgen können, als z. B. bey der Schwefelsäure (§. 147.) und Salpetersäure (§. 174.), ist es zugleich nöthig, auch diese Verschiedenheit zu berücksichtigen, wenn man allen Irrungen ausweichen will. Am besten erreicht man diese Absicht, wie schon oben gezeigt worden ist (§. 153.) dadurch, dafs man diese beyden Flüssigkeiten, so bald sie so hoch konzentrirt sind, dafs eine Verschiedenheit des Dilatations-Gesetzes möglich ist, vorher mit gleichen Theilen Wassers verdünnt, dann mit dem Araeometer untersucht und die gefundenen Procente verdoppelt, und endlich diese Zahl als den Ausdruck für ihren wahren Gehalt an Normal-Masse ansieht. Auch dienet es zur Vereinfachung solcher Versuche und zur Vermeidung aller Irrungen, sehr wohl, wenn dabey immer nur eine, z. B. die Gradleiter *A*, gebraucht wird (§. 173.). Wenn also die Schwefelsäure unter 70 (§. 159.) und die Salpetersäure unter 65 Procenten (§. 175.) verdünnet ist; so bediene man sich bey ihrer Beurtheilung der einfachen Messung mit dem Procenten-Araeometer. Sind diese beyden Säuren aber höher, d. i. die eine über 70, die andere über 65 Procente konzentrirt; so verdünne man jedes Mahl eine kleine Portion derselben mit gleichen Theilen Wassers, um die Verschiedenheit des Dilatations-Gesetzes zu beseitigen, probire sie dann, und sehe die zweyfache Zahl der gefundenen Grade als ihren Gehalt an. Gesetzt demnach, es habe in einer zu prüfenden und vorher mit gleichen Theilen Wassers vermischten Schwefelsäure der Schwefelsäure-Messer 48 Procente der Gradleiter *A* gezeigt; so ist die Stärke der untersuchten Säure das Doppelte, nähmlich 96 Procente normelle Vitriol-Säure. Nehmen wir aber an, man habe sich an die Gradleiter *B* gehalten, und diese habe $49\frac{1}{3}$ Procente gezeigt, so ist das Doppelte, nähmlich $98\frac{2}{3}$ Procent normelle Schwefelsäure, ihr Gehalt. Es ist übrigens für die Praxis, einen einzigen Fall ausgenommen (§. 156.), ganz gleichgültig, ob man diese oder jene Gradleiter brauchen will; denn 96 Theile aus Eisen-Vitriol bereiteter Normal-Säure sind an wahrer Säuremasse und Wirksamkeit gleich $98\frac{2}{3}$ Theilen aus dem Schwefel bereiteter Säure von gleichem spezifischen Gewichte; nur mufs man sich hernach auch späterhin bey allen vergleichenden Versuchen immer wieder derselben Gradleiter bedienen, die man auch bey der ersten Prüfung gebraucht hat. Alles, was hier von der Schwefelsäure gesagt worden ist, gilt auch von der Salpetersäure.

§. 360.

Es ergibt sich aber in der Praxis oft, dafs die Säuren eine noch höhere Konzentration besitzen, als der 100te Grad des Procenten-Araeometers bezeichnet; und vorzüglich häufig geschieht diefs mit der aus dem Eisen-Vitriol bereiteten Schwefelsäure (§. 156.). In solchen

Fällen geschieht die Prüfung ebenfalls durch die vorerwähnte Vermischung mit gleichen Theilen Wassers, und das Zweyfache der gefundenen Grade gibt dann ihren Gehalt. Wenn also bey einem solchen Versuche das Procenten-Araeometer z. B. 54 Procente zeigen sollte, so wäre daraus abzunehmen, daſs die geprüfte Säure in 100 Pfund eben so viel saure Masse enthalte, als das Doppelte jener Zahl, nähmlich so viel als 108 Pfund der Normal-Säure.

§. 361.

β. Jemand hat eine verdünnte Flüssigkeit von 26 Procenten nöthig, und will sich diese aus einer konzentrirteren, deren Gehalt (§. 359.) = 47 Procenten gefunden worden ist, bereiten: in welchem Verhältnisse muſs er diese mit Wasser vermischen?

Zur Beantwortung dieser Frage führt die Vergleichung der 47 procentigen mit der 26 procentigen Flüssigkeit (§. 357.). Man suche also in der Tabelle XXXI. in der mit *A* bezeichneten Spalte den 47sten, in der Zahlenreihe *B* hingegen den 26sten Grad, und sehe, wo die von diesen beyden Graden auslaufenden Zahlenreihen zusammen treffen. Man findet dort die Zahl $180\frac{10}{13}$. 100 Pfund der 47 procentigen Flüssigkeit sind also an Normal-, folglich auch an reiner Masse gleich $180\frac{10}{13}$ Pfund einer 26 procentigen; man wird demnach 100 Pfund derselben mit $80\frac{10}{13}$ Pfund Wassers versetzen müssen, um $180\frac{10}{13}$ Pfund der verdünnten Flüssigkeit zu bekommen.

§. 362.

γ) Man soll aus sehr hoch konzentrirter Flüssigkeit, die nach der Vermischung mit gleichen Theilen Wassers 52 Procent zeiget, und also in 100 Theilen auf 104 Procent Normal-Masse deutet (§. 360.), eine Flüssigkeit von 39 Procent machen, und will nun wissen: wie groſs die Menge des hinzu zu setzenden Wassers seyn müsse?

In solchen Fällen kann die Vergleichung nach der vorhin gezeigten Weise nicht Statt haben, weil die eine zu vergleichende Zahl 104 in der Tabelle XXXI. weder bey *A* noch bey *B* vorkommt. Man kann sich indessen sehr leicht helfen, wenn man eine halb so hoch konzentrirte Flüssigkeit vergleichet, und das Produkt dieser Vergleichung verdoppelt. Im gegenwärtigen Falle suche man also, wie viel 100 Theile 52 procentiger Flüssigkeit an 39 procentiger geben können (§. 359.). Man findet dabey die Zahl $133\frac{13}{39}$. 100 Theile dieser hochkonzentrirten Flüssigkeit (= 104 Theilen Normal-Masse) werden folglich das Doppelte, d. i. $266\frac{26}{39}$ einer Flüssigkeit von 39 Procenten liefern können, und demnach mit $166\frac{26}{39}$ Theilen Wassers zu vermischen seyn.

§. 363.

δ) Man hat zu irgend einer Arbeit immer eine Flüssigkeit von 80 Procenten verwendet und ist folglich mit ihrer Wirkung bekannt. Nun kann man aber nur eine Flüssigkeit von 65 Procenten zu kaufen bekommen, und es entstehen die Fragen: wie viel Wirkung man, im Vergleiche gegen die vorige, von dieser erwarten könne, und in welchem Preise man sie bezahlen dürfe, wenn sie nicht höher zu stehen kommen soll, als jene?

Nach der Tabelle XXXI. sind 100 Theile 80 procentiger Flüssigkeit = $123\frac{1}{13}$ Theilen der 65 procentigen (§. 361.). Wenn also das Pfund der ersteren z. B. 45 Groschen gekostet hat; so findet man den verhältniſsmäſsigen Preis für die letztere durch folgende Formel (§. 22.):

80 *Procente verhalten sich zu* 65 *Procenten, wie* 45 *Groschen zu dem gesuchten Preise.*

Oder durch die Regel de tri ausgeführt:

```
Procente  Groschen               Procente
   80     kosten 45, wie viel kosten 65?
                 65
                 225
                 270
             80|2925|36,5
               |240 |
                 525
                 480
                 450
                 400
                  50 u. s. w.
```

Man wird also, um dieselbe Menge wirksamer Masse, die in 100 Pfund 80 procentiger Flüssigkeit enthalten ist, anzuwenden, von der 65 procentigen $123\frac{1}{13}$ Pfund nehmen müssen, und dabey das Pfund dieser letzteren mit 36,5 Groschen bezahlen können.

§. 364.

ε) Man hat zu irgend einer chemischen Operation 8 Pfund 53 procentiger Flüssigkeit gebraucht, und will nun dieselbe Arbeit mit einer 77 procentigen vornehmen: wie viel wird man brauchen?

100 Theile der 53 procentigen Flüssigkeit sind nach der Tabelle XXXI. (§. 361.) an wirksamer Masse = $68\frac{6}{7}$ oder (§. 9,) = 68,83 Theilen 77 procentiger Flüssigkeit. Man formire also folgende Regel de tri (§. 22):

$$\underbrace{100 \text{ Theile}}_{\text{53proc. Flüssigkeit}} \text{ geben } \underbrace{68{,}83 \text{ Theile}}_{\text{77proc. Flüssigkeit}}, \text{ wie viel geben } \underbrace{8 \text{ Theile}}_{\text{53proc. Flüssigkeit}}?$$

$$\begin{array}{r} 68{,}83 \\ 8 \\ \hline (\S.\ 18.) \quad 100|550\,64|5{,}5064 \end{array}$$

wodurch man findet, dafs nur 5,51 (§. 12.) Pfund nöthig seyn werden.

§. 365.

ζ) Zwey gleichnahmige Flüssigkeiten von verschiedenem Gehalte in dem Verhältnisse mit einander zu vermischen, dafs die Mischung den beabsichtigten mittleren Grad der Konzentration erlange.

Bey allen Aufgaben dieser Art kann die Tabelle XXXI. nicht angewendet werden, sie sind daher durch die oben angezeigte Vermischungsregel (§. 170.) zu lösen. Man kann folglich bey dem Gebrauche der Procenten-Araeometer blofs darin eine Abkürzung des Verfahrens finden, dafs man den Gehalt der zu vermischenden Flüssigkeit unmittelbar findet. Gesetzt demnach, man habe die Konzentration zweyer Flüssigkeiten auf diesem Wege = 35 und 59 Procent gefunden, und wolle nun aus denselben eine Mischung von 43 Procenten darstellen; so formire man die Vermischungsregel (§. 170.) so:

$$\left.\begin{array}{r} 59 \\ 43 \\ 35 \end{array}\right\} \begin{array}{l} \text{Differenz} = 16 \\ \text{Differenz} = \ \ 8 \end{array}$$

wodurch man findet, dafs 8 Pfund der 59 gradigen mit 16 Pfund der 35 procentigen Flüssigkeit zu vermischen sind.

§. 366.

Sollte in jenen Beyspielen, die sich auf die Vermischung ungleicher Flüssigkeiten beziehen (§. 365. 362. 361.) auch die Menge der zu machenden Mischungen vorgeschrieben seyn; so findet man diese durch die Wiederhohlung der Regel de tri, wie bereits oben (§. 167, 169, 171.), gelehrt worden ist. Diese wenigen Beyspiele werden übrigens hinreichend seyn, um zu zeigen, wie die Tabelle XXXI. in Verbindung mit den Procenten-Araeometern auch bey allen andern in der Praxis vorkommenden Fällen zu benutzen ist. Es ist aber dabey niemahls aufser Acht zu lassen, dafs alle solche Vergleichungen nur in so fern richtig seyn können, als sie auf Gewichtstheile der zu vergleichenden Massen angewendet werden.

3. Vergleichung mehr und minder konzentrirter Flüssigkeiten nach Procenten des Volumens.

§. 367.

Sollen hingegen die Vergleichungen nach dem Volumen, d. i. nach Mafsen, geschehen, so gewinnt alles ein anderes Ansehen; denn es müssen dabey nicht nur jene Volumens-Veränderungen mit in Betrachtung gezogen werden, welche bey der Veränderung der Massenver-

hältnisse eintreten (§. 195.); sondern auch jene, die, durch die momentane Verschiedenheit der Temperatur, während dem Abmessen der Voluminum sich einschleichen können. Versuche, bey welchen die Beurtheilung und Abmessung nach dem Volumen geschieht, sind daher auch überaus delikat, und, wenn bey der Ausführung derselben nicht die höchste Präzision erreicht wird, immer sehr schwankend. Die Chemiker haben es sich aus diesem Grunde auch längst schon zur Pflicht gemacht, bey ihren Versuchen, in wie fern diefs möglich ist, alle Quantitäten durch das Gewicht zu bestimmen, und sie bedienen sich daher der zweydeutigen Messung nach dem Volumen nur bey den Gasarten, wobey das Gewicht wegen der grofsen Leichtigkeit dieser Flüssigkeiten ohnehin kaum bestimmbar ist. Im gemeinen Leben hingegen findet das Gegentheil Statt. Die meisten Flüssigkeiten, als Wein, Bier, Essig, Wasser, Oehl, Weingeist u. s. w. werden mit Hohlmafsen abgemessen und nach diesem Mafsstabe gekauft und verkauft. Und wenn gleich der Chemiker, der Pharmazeute oder der Techniker in seiner Praxis selbst bey diesen Flüssigkeiten alle Quantitäten nach dem Gewichte bestimmen wollte; so mufs er dennoch eben so wohl, wie der Handelsmann und der Oekonom, auch nach der Kenntnifs, die Flüssigkeiten nach dem Volumen zu beurtheilen, streben, weil er, wie diese, alle solche Flüssigkeiten nach Mafsen zu kaufen oder zu verkaufen gezwungen ist. Am häufigsten ist diefs mit dem Weingeiste der Fall, der zu so verschieden gearteten Zwecken verwendet, und also beynahe von jedermann gekauft oder verkauft wird. Ich habe daher bereits vorhin (im dritten Abschnitte §. 195.) gezeigt, nach welchen Gesetzen jene Raumveränderungen, bey der Vermischung des Alkohols mit Wasser nach verschiedenen Verhältnissen, vor sich gehen, und wie man, dieser mannigfaltigen Abweichungen ungeachtet, mehr und minder konzentrirte geistige Flüssigkeiten auch nach dem Volumen mit einander vergleichen kann. Da indessen die dort vorgetragene Methode, selbst für die tägliche Praxis des Chemikers, noch mehr aber für den Bedarf des Technikers, Handelsmannes und des Oekonomen viel zu komplizirt ist; so habe ich es für zweckmäfsig erachtet, auch für diese Absicht eine der XXXsten ähnliche Vergleichungs-Tabelle zu entwerfen, durch welche die Auflösung hierher gehöriger Aufgaben erleichtert werden soll.

§. 363.

Diese Tabelle, die XXXIIste unter den dem zweyten Theile dieses Werkes beygefügten, ist nach ihrer Einrichtung und Anwendung der XXXsten gleich. Dennoch unterscheidet sie sich aber von dieser dadurch, dafs in jenen Mittelfeldern, die sich auf die Versetzung geistiger Flüssigkeiten mit Wasser beziehen, zugleich auch die Menge des hinzu zu setzenden Wassers, durch besondere, eingeklammerte Zahlen bezeichnet ist. Diese Mafsregel war darum nothwendig, weil hier, eben wegen den bey der Vermischung geistiger Flüssigkeiten mit Wasser eintretenden Raumveränderungen aus der Zahl des Produktes auf die Menge des hinzu zu setzenden Wassers mit Sicherheit eben so wenig geschlossen werden kann, als im entgegen gesetzten Falle bey der Verstärkung geistiger Flüssigkeiten durch die Destillation von dem Volumen zu destillirender Flüssigkeiten auf das Volumen der Produkte (§. 195.). Einige Beyspiele werden diefs am besten darthun.

§. 369.

α) Das in einer geistigen Flüssigkeit vorwaltende Mischungsverhältnifs und den Alkohol-Gehalt derselben mit Hülfe des Alkohol-Messers nach dem Volumen zu bestimmen.

Man setze den Alkohol-Messer unter den bekannten Vorsichtsregeln (§. 349.) in die Flüssigkeit, und sehe, wie weit derselbe einsinket. Gesetzt, er sänke bis zum 55sten Grade der Gradleiter *B*; so ist diefs ein Zeichen, dafs die Flüssigkeit einer Mischung aus 55 Mafs Normal-Alkohols und 45 Mafs Wassers gleich ist.

Den Gehalt an solchem Normal-Alkohol aber findet man durch den Gebrauch der Tabelle XXXII., indem man den 55sten Grad in der Spalte *A*, den hunderten aber in der Zahlenreihe *B* aufsuchet, und nachsieht, wo sich die von diesen beyden Graden auslaufenden Zahlenreihen durchkreuzen. Man findet dort die Zahl $56\frac{98}{100}$, und eben so viele Mafs 100 gradigen oder Normal-Alkohols enthält die 55 gradige Flüssigkeit, aber in verdichtetem Zustande, in 100 Mafs.

Hätte man in diesem Beyspiele von 55 Graden, wie es wohl bey der auf Procente des Gewichtes gerundeten Gradleiter *A* mit Recht geschieht, auf den Alkohol-Gehalt = 55 Mafs geschlossen; so würde man um beynahe 2 Mafs gefehlt haben. Man hüthe sich also, so oft man geistige Flüssigkeiten nach dem Volumen beurtheilen will, jederzeit sorgfältig, dafs man den Alkohol-Gehalt derselben mit ihrem Mischungsverhältnisse nicht verwechsele. (§. 199, 200 und 223.).

§. 370.

β) Es sey aus einer geistigen Flüssigkeit von 80 Graden (nach der Gradleiter B des Alkohol-Messers) eine verdünnte Flüssigkeit von 30 Graden zu bereiten: wie viel Wasser wird man zusetzen müssen, und wie grofs wird das Volumen nach der Vermischung seyn?

Man suche in der Spalte *A* der Tabelle XXXII. den 80sten, in der Zahlenrehe *B* hingegen den 30sten Grad, und sehe nach, wo die von diesen beyden Graden auslaufenden Zahlenreihen zusammen treffen. Man findet daselbst die Zahl $266\frac{8}{100}$, und unterhalb dieser die das Wasser ausdruckende eingeklammerte Zahl ($171\frac{1}{100}$). 100 Mafs des 80 gradigen Weingeistes können also $266\frac{8}{100}$ Mafs eines wässerigen Weingeistes von 30 Graden liefern, und müssen zu dem Ende mit $171\frac{1}{100}$ Mafs Wassers vermischt werden.

Wäre hier die Menge des hinzu zu setzenden Wassers nicht angezeigt; so würde man, um aus 100 Mafs $266\frac{8}{100}$ Mafs zu machen, nicht mehr als $166\frac{8}{100}$ Mafs Wassers hinzu giefsen, und dann nicht nur durch die während dem Vermischen erfolgende Verdichtung am Volumen 5 Mafs verlieren, sondern man würde auch ein geistigeres Produkt bekommen, als man eben zu erhalten wünschet.

§. 371.

γ) Man will aus einer (nach der Gradleiter B) 55 gradigen geistigen Flüssigkeit mit Hülfe der Destillation 85 gradigen Weingeist bereiten: wie viel kann man aus 100 Mafs erhalten?

Zur Beantwortung dieser Frage suche man in der Tabelle XXXII. bey *A* den 55sten, bey *B* aber den 85sten Grad, und endlich das Produkt der Vergleichung in dem diesen Graden korrespondirenden Mittelfelde. Man findet dort die Zahl $65\frac{56}{100}$. 100 Mafs eines Branntweins von 55 Graden können also (vorausgesetzt, dafs man an der Masse des Alkohols während der Operation nichts verliere. §. 208.) durch die Destillation an 85 gradigem Weingeiste $65\frac{56}{100}$ Mafs liefern.

Hätte man die Antwort auf diese Frage durch Rechnung oder mit Hülfe der Tabelle XXX. und ohne Rücksicht auf die obwaltenden Raumveränderungen suchen wollen; so würde man die Zahl $64\frac{12}{17}$ gefunden, und also bey 100 Mafs um beynahe 1 Mafs gefehlt haben.

§. 372.

Nach diesen Beyspielen wird man nun die Anwendung der Tabelle XXXII. auch in allen andern Fällen leicht finden können, in so fern sie sich nähmlich auf die Vergleichung von 5 zu 5 Grad beschränkt. Die Vergleichung nach allen einzelnen Graden würde eine neue bis auf alle einzelnen Grade ausgeführte Tabelle erforderlich machen, deren Berechnung eine überaus mühsame und weitläuftige Arbeit wäre, welcher ich mich jedoch aus Mangel an Zeit bis jetzt noch nicht habe unterziehen können. Ich hoffe aber, dafs man mit der gegenwärtigen Ausdehnung dieser Tabelle im gemeinen Leben um so mehr ausreichen kann, als ohnehin beym Verkaufe wie beym Kaufe sich niemand die Mühe nehmen wird, die Abmessung der Flüssigkeiten bey einem bestimmten Wärmegrade vorzunehmen, was doch, zur Vermeidung der bey verschiedenen Temperaturen Statt habenden Volumens-Veränderungen geschehen müfste, wenn man sich auf die Vergleichung einzelner Grade einlassen wollte. Sollte man indessen durch diese Tabelle dessen ungeachtet auch kleinere Unterschiede, als in derselben vorkommen, beurtheilen wollen; so kann auch diefs mit beträchtlicher Aproximation dadurch geschehen, dafs man in der Tabelle die beyden der Stärke des zu beurtheilenden Weingeistes am nächsten kommenden Grade und Vergleichungszahlen aufsuchet, und daraus die versältnifsmäfsige Mittelzahl folgert, welches wir auch in einem Beyspiele versuchen wollen.

§. 373.

δ) Man hat 83 gradigen Weingeist, und will daraus, durch Vermischung mit der nöthigen Menge Wassers, 45 gradigen machen: wie viel wird man aus 100 Mafs bekommen, und wie grofs mufs die Menge des hinzu zu setzenden Wassers seyn?

Der 83ste Grad findet sich in der Tabelle nicht vor, man suche also die Vergleichungen für die beyden nächsten, nähmlich für den 80sten und 85sten Grad (§. 371.). Nach der erstern

würden 100 Maſs 80 gradigen Weingeistes $172\frac{92}{100}$ Maſs an 45 gradigem geben, und dabey $79\frac{80}{100}$ Maſs Wasserzusatz fordern; nach der zweyten Vergleichung hingegen können 100 Maſs 85 gradigen Weingeistes $186\frac{25}{100}$ Maſs 45 gradigen liefern, und werden zu dieser Absicht $90\frac{88}{100}$ Maſs Wasserzusatz nöthig haben. Die beyden Produkte dieser Vergleichungen differiren, wie man durch die Subtraktion findet (§. 9.).

$$\begin{array}{r} 186{,}25 \\ \underline{175{,}92} \\ 10{,}33 \end{array}$$

um $10\frac{33}{100}$ Maſs, die Mengen des hinzu zu setzenden Wassers hingegen

$$\begin{array}{r} 90{,}88 \\ \underline{79{,}80} \\ 11{,}08 \end{array}$$

um $11\frac{8}{100}$ Maſs; beyde Differenzen aber beziehen sich auf den Unterschied von 5 Grad. Wenn man nun $\frac{1}{5}$ dieser Differenz als die Differenz für einen Grad ansieht; so hat man, um die beabsichtigte Vergleichung auch für den 83sten Grad zu finden, nichts weiter zu thun, als daſs man $\frac{3}{5}$ dieser Differenzen zu den für die Vergleichung des 80sten Grades gefundenen Zahlen, wie folgt, addirt:

Wasserzusatz	= 79,80	Produkt	= 175,33
$\frac{3}{5}$ der Differenz von 11,08	= 6,65	$\frac{3}{5}$ der Differenz von 10,33	= 6,50
Zusammen	= 86,45		= 181,83.

Man wird also zu 100 Maſs 83 gradigen Weingeistes, um 45 gradigen daraus zu machen, $86\frac{45}{100}$ Maſs Wassers zusetzen müssen, und dann $181\frac{83}{100}$ Maſs Produkt erhalten. Streng richtig ist nun zwar dieses Resultat nicht; denn die oben gefundenen Differenzen sind dabey auf 5 gleiche Theile getheilt, und deren 3 als drey Grad entsprechend addirt worden; obgleich sie nach Verhältniſs der in den Dilatations-Gesetzen zwischen Alkohol und Wasser obwaltenden parabolischen Progression (§. 187.), ungleich seyn müſsten. Allein die Aproximation ist dessen ungeachtet noch groſs genug, und in so fern auch hinreichend, als es in ökonomischer wie in technischer Hinsicht eben nicht viel schaden wird, wenn eine geistige Flüssigkeit um einen Grad stärker oder schwächer ist. Wem indessen eine solche Annäherung zur Wahrheit noch nicht genügt, der kann auf dem im dritten Abschnitte gezeigten Wege (§. 195.), obwohl mit mehr Mühe, seine Absicht vollkommen erreichen, oder das im folgenden Beyspiele zu lehrende Verfahren auch auf das gegenwärtige und jedes andere demselben ähnliche Beyspiel anwenden.

§. 374.

ε) Zwey geistige Flüssigkeiten von verschiedenem Alkohol-Gehalte dem Volumen nach in dem Verhältnisse mit einander zu vermischen, daſs die Mischung einen beabsichtigten mittleren Grad der Stärke erlange.

So leicht alle Aufgaben dieser Art mit Hülfe der Vermischungsregel (§. 365.) beantwortet werden können, wenn die zu vergleichenden Quantitäten nach dem Gewichte zu beurtheilen sind, so schwierig und weitläuftig ist ihre Lösung, wenn dabey die Zuthaten und die Mischung nach dem Volumen bemessen werden sollen; weil in diesem Falle auch auf jene Volumens-Veränderungen Rücksicht genommen werden muſs, die bey jeder Veränderung des Mischungsverhältnisses zwischen Alkohol und Wasser vor sich gehen, die man aber bey der Beurtheilung nach Procenten des Gewichtes nicht zu beachten nöthig hat. Es ist im dritten Abschnitte (§. 215.) zwar angezeigt worden, wie derley Aufgaben durch die analytische Berechnung zu beantworten sind; allein diese Methode wird, wegen ihrer groſsen Complikation, nur selten befolgt werden können, obschon sich die Gelegenheit zu ihrer Anwendung oft genug, am häufigsten aber im Handel und in der Oekonomie darbiethet. Ein neues, viel einfacheres und zu demselben Ziele führendes Verfahren kann folglich hier nicht überflüssig seyn. Es gründet sich dieses aber im Wesentlichen darauf: daſs man die an der Gradleiter *B* des Alkohol-Messers gefundenen Grade der zu vermischenden Flüssigkeiten, wie auch den beabsichtigten Grad der zu machenden Mischung, in Grade der Gradleiter *A* übersetzt, dann die Vermischungsregel (§. 365.) anwendet, und endlich die nach dem Gewichte gefundenen Quantitäten so wohl der Zuthaten als der Mischung in Volumens-Theile oder Maſse überträgt.

Damit aber die Anwendung dieser Methode in der Praxis möglichst erleichtert werde, so habe ich in der Tabelle XXXIII. die beyden Gradleitern des Alkohol-Messers *A* und *B*, und die Gewichte geistiger Flüssigkeiten mit ihren Voluminibus dergestalt verglichen und aufgestellt, daſs man nun die vorhin erwähnte Uebersetzung der Grade von *B* in Grade von *A*, und die Umwandlung der Gewichts- in Volumens-Theile mit Leichtigkeit verrichten kann. Ein Beyspiel möge dieſs noch deutlicher machen:

§. 375.

ξ) Eine geistige Flüssigkeit hat nach der Gradleiter B. des Alkohol-Messers 63 Grad, eine andere nur 34; beyde sollen nun in dem Verhältnisse mit einander vermischt werden, daſs die Mischung 46 Grad zeige: wie viel Maſs der einen und der andern wird man nehmen müssen, und wie viel Maſs wird das Produkt betragen?

Das erste, was man zu thun hat, ist, daſs man alle diese Grade in Grade der Gradleiter *A* übersetzt, welches auch mit Hülfe der Tabelle XXXIII. sehr leicht geschehen kann. Man findet dort, und zwar in der ersten und zweyten Rubrik, daſs!

63 Grad von *B* = sind 57,45 Grad von *A*;
46 — — — = — 40,35 — — —;
34 — — — = — 28,93 — — —.

Aus diesen Gröſsen formire man sodann zweytens, nach der bereits oben gelehrten Methode (§. 365.), die Vermischungsregel, wodurch man

57,45 ⎫ 11,42
40,35 ⎬
28,93 ⎭ 17,10

erfährt, daſs 11,42 Gewichtstheile der stärkern, und 17,10 Gewichtstheile der schwächern geistigen Flüssigkeit mit einander zu vermischen sind, und daſs demnach das Produkt

11,42
17,10
28,52

28,52 Gewichtstheile betragen wird.

Drittens endlich übersetze man alle diese Gewichtstheile in Volumens-Theile oder Maſse, wozu wiederhohlt die Tabelle XXXIII. in der dritten und vierten Kolumne die Mittel darbiethet. Man findet nähmlich dort für jeden einzelnen Grad der Gradleiter *B* 100 Gewichtstheile der geistigen Flüssigkeit mit ihrem Volumen verglichen; woraus sich dann auch die Volumina der vorhin gefundenen Gewichtstheile der zu vermischenden Flüssigkeiten so wohl, als jene des Produktes, mittelst der Regel de tri folgern lassen.

Um zu erfahren, wie viel 11,42 Gewichtstheile 63 gradigen Weingeistes in Maſsen betragen, sehe man also in der Tabelle bey dem 63sten Grade nach, wie sich bey dieser Stärke das Gewicht zum Volumen verhält, und formire aus diesem Verhältnisse folgende Regel de tri (§. 22.):

Gewichtstheile — Maſs — Gewichtstheile
100 geben 111,03, wie viel geben 11,42?

111,03
11,42
22206
44412
11103
11103
(§. 18) 100|1267,9626|12,68

11,42 Gewichtstheile 63 gradiger Weingeist sind also = 12,68 Maſs.

Eben so kann man 17,10 Gewichtstheile des 34 gradigen Weingeistes in Volumens-Theile umsetzen, wenn man in der Tabelle bey dem 34sten Grade die ersten Glieder der Regel de tri aufsuchet und sagt:

Gewichtstheile		Mafs		Gewichtstheile
100	geben	104,22,	wie viel geben	17,1?

```
      104,22
        17,1
     -------
      10422
     72954
    10422
   ---------------
100|1782,162|17,82
```

17,10 Gewichtstheile 34 gradigen Weingeistes sind demnach = 17,82 Volumens-Theilen oder Mafsen.

Und endlich findet man auch das neue Volumen für 28,52 Gewichtstheile der 46 gradigen Mischung, indem man das bey diesem Grade obwaltende Verhältnifs des Gewichtes zum Volumen aus der Tabelle entlehnt und sagt:

Gewichtstheile		Mafs		Gewichtstheile
100	geben	106,57,	wie viel geben	28,52?

```
      106,57
       28,52
     -------
      21314
     53285
    85256
   21314
   ----------------
100|3039,3764|30,39
```

Man wird also, um die beabsichtigte Mischung auf die Stärke von 46 Grad zu bringen,

vom 63 gradigen Weingeiste	12,68	Mafs
34 — —	17,82	—
Zusammen	30,50	Mafs

nehmen müssen; aber weil während der gegenseitigen Auflösung dieser beyden Flüssigkeiten eine Verdichtung eintritt, nur 30,39 Mafs am 46 gradigen Produkt erhalten können.

b) *Vergleichung mehrerer Araeometer-Gradleitern so wohl unter einander selbst, als mit dem spezifischen Gewichte.*

§. 376.

Die grofse Verschiedenheit der Grundsätze, auf welche, wie wir in der vorausgeschickten Beschreibung der bekanntesten Araeometer gesehen haben, die Einrichtung der Gradleitern bey verschiedenen Instrumenten gebauet worden ist, hat nothwendig in den Künsten und Gewerben nichts anders als Verwirrung hervorbringen können; denn nicht genug, dafs nur wenige Chemiker, Pharmazeuten und Techniker das Wesen und die Konstruktion aller dieser so mannigfaltigen Instrumente kennen, so sind über diefs die Fälle gar nicht selten, in denen selbst von achtungswürdigen Schriftstellern nur die Anzahl der Grade, nicht aber die Art des Araeometers, dessen Grade gemeint werden, angegeben worden ist. Man hat daher längst schon das Bedürfnifs einer Vergleichungstafel gefühlt, mit deren Hülfe die Grade eines Araeometers in die Grade jedes andern Araeometers übersetzt und mit denselben verglichen werden könnten. Obgleich nun die ersten Versuche, die man zu dieser Absicht in Beziehung auf die gleichtheiligen Araeometer-Grade gemacht hat (§. 321.), zu sehr unbefriedigenden Resultaten geführt haben; so habe ich dennoch den Wünschen mehrerer meiner verehrten Freunde nachkommend, selbst die Darstellung einer solchen Vergleichungstafel unternommen, weil ich überzeugt bin: dafs, wenn auch kein anderer Nutzen daraus hervorgehen sollte, durch eine solche Vergleichung denn doch die in diesem Zweige unsers Wissens herrschende Verwirrung anschaulich gemacht, und eben dadurch manchen Mifsbräuchen und Fehlgriffen gesteuert werden wird.

§. 377.

Um aber eine zweckmäfsige Uebersicht zu erreichen und manche Hindernisse zu heben, die auf andern Wegen wohl schwerlich so vollständig hätten gehoben werden können, habe ich die Vergleichung verschiedener Araeometer-Gradleitern nicht in Zahlen, sondern in Län-

genmaßsen ausgedruckt. Ich habe zu dem Ende meiner Vergleichungstafel *Taf. V. Fig. 51.* das spezifische Gewicht zum Grunde gelegt, und dabey alle einzelnen Tausendtheilchen desselben durch feine Linien angedeutet, welche in gleichen Distanzen auf einander folgen, und zur Erleichterung des Nachzählens von 10 zu 10 mit, das spezifische Gewicht ausdruckenden, Zahlen bezeichnet sind, und also von *a* bis *b* gleichsam eine Gradleiter für die spezifischen Gewichte von 0,700 bis 1,000, von *b* bis *c* aber eine Gradleiter für die spezifischen Gewichte von 1,000 bis 2,000 formiren. In diese Tafel habe ich sodann jede Gradleiter, über deren Einrichtung ich mich genauer unterrichten konnte, solchergestalt eingetragen, dafs nun jeder einzelne Grad durch eine stärkere Linie an dem Orte ausgedruckt ist, wohin derselbe vermöge seinem Verhältnisse zum spezifischen Gewichte, wirklich gehöret. Die Vergleichung bezieht sich übrigens auf den + 14° des Reaum. Thermometers, und es haben demnach einige Araeometer-Gradleitern, als z. B. die des *Tralles*'schen Alkoholometers, auf jene spezifischen Gewichte reduzirt werden müssen, welche die diesen Graden zur Basis dienenden Flüssigkeiten bey jener Temperatur zu besitzen pflegen. Die Tafel enthält auf diese Weise:

1. In der mit *A* bezeichneten Rubrik von *a* bis *b*: *Baumé's* Gradleiter eines Araeometers für Flüssigkeiten, die leichter sind als das Wasser, nach der von *Gerstner* gegebenen Vergleichung (§. 320.).

2. In derselben Rubrik von *b* bis *c*: *Baumé's* Gradleiter eines Araeometers für Flüssigkeiten, die schwerer sind als das Wasser, ebenfalls nach *Gerstners* Vergleichung.

3. In der Rubrik *B* von *a* bis *b*: *Baumé's* Gradleiter für Flüssigkeiten, die leichter sind als das Wasser, mit den spezifischen Gewichten verglichen von *Gilpin* (§. 320.).

4. In derselben Rubrik von *b* bis *c*: *Baumé's* Gradleiter für Flüssigkeiten, die schwerer sind als das Wasser, ebenfalls von *Gilpin* verglichen.

5. In der Spalte *C* von *a* bis *b*: *Bentely's* und *Beck's* Araeometer-Skale für leichtere Flüssigkeiten, verglichen von *Beck* (§. 315 u. 320.).

6. In derselben Spalte von *b* bis *c*: *Bentely's* und *Beck's* Gradleiter für schwerere Flüssigkeiten, ebenfalls nach *Beck's* Vergleichung (§. 315 u. 320.).

7. In der Spalte *D* von *a* bis *b*: die Grade des *Holländischen* Araeometers für Flüssigkeiten, die leichter sind als das Wasser (§. 317 u. 320.).

8. In derselben Spalte von *b* bis *c*: die Grade des *Holländischen* Araeometers für Flüssigkeiten, die schwerer sind als das Wasser (§. 317 u. 320.).

9. In der Spalte *E* von *a* bis *b*: die Gradleiter des Alkoholometers nach *Lowitz* (§. 325).

10. In der Rubrik *F* von *a* bis *b*: die Gradleiter eines Alkoholometers nach *Richter* (§. 322.).

11. In der Rubrik *G* von *a* bis *b*: die Gradleiter des Alkoholometers nach *Tralles* (§. 329.)

12. In den Spalten *H* und *I* von *a* bis *b*: die beyden Gradleitern des vom Verfasser, in der früheren Zeit schon, bey + 16° Reaum. Temp. konstruirten Alkohol-Messers (§. 185.).

13. In den Spalten *K* und *L* von *a* bis *b*: die doppelte Gradleiter des in der neuern Zeit vom Verfasser bey + 14° Reaum. Temp. entworfenen *Alkohol-Messers* (§. 355.).

14. In den Rubriken *M* und *N* von *a* bis *b*: die Gradleitern zweyer ehemahls, zum Gebrauche bey der vor dem Jahre 1812 bestandenen Oesterreichischen Pharmacopoe, vom Verfasser entworfenen *Weingeist-Messer* *).

15. In der Rubrik *O* von *a* bis *b*: die Gradleiter des vom Verfasser entworfenen *Ammoniak-Messers* (§. 354.).

16. In den beyden Spalten *E* und *F* von *b* bis *c*: die beyden Gradleitern des vom Verfasser konstruirten *Schwefelsäure-Messers* (§. 351.).

*) Die Ursachen, um derentwillen ich diese Instrumente konstruirte: findet man in meinen *Vorschlägen zur Verbesserung pharmazeutischer Operationen*, Wien bey Kupfer und Wimmer 1814. S. 128., angegeben. Es sind aber nur wenige von mir selbst verfertigte Araeometer dieser Art in das Publikum gekommen.

17. In den beyden Kolumnen *G* und *H* von *b* bis *c*: die beyden Gradleitern des vom Verfasser begründeten *Salpetersäure - Messers* (§. 352.).

18. In der Spalte *I* von *b* bis *c*: die Gradleiter des *Salzsäure - Messers* vom Verfasser (§. 353.).

Diese Tafel hat aber aufser dem noch einige unausgefüllte Felder; damit jedermann Raum findet, auch noch andere ihm vielleicht bekannte Gradleitern in dieselbe eintragen zu können.

§. 378.

Die Anwendung dieser Vergleichungstafeln ergibt sich wohl von selbst; denn es läfst sich alles mit einem Blicke übersehen, und folglich auch die Vergleichung aller in derselben enthaltenen Gradleitern auf dem kürzesten Wege finden, wie folgende Beyspiele zeigen werden:

I. *Man hat in einem chemischen, pharmazeutischen oder technischen Werke gelesen, dafs eine zu irgend einer Absicht dienliche geistige Flüssigkeit nach* Tralles *Alkoholometer 56 Grad gehabt hat. Da man aber nicht selbst im Besitze dieses Instruments ist, sondern nur den neuesten bey* + 14° *Reaum. Temp. konstruirten Alkohol - Messer des Verfassers vorräthig hat; so will man nun wissen, wie viel Grade jene geistige Flüssigkeit an diesem Instrumente zeigen müsse, wenn sie die vorgeschriebene Qualität besäfse.*

Man suche also zuvörderst den 56sten Grad des *Tralles*'schen Alkoholometers in der Rubrik *G*. *Taf. V. Fig.* 51. auf. Hat man diesen gefunden, so fahre man auf der ihm am nächsten liegenden feinen, das spezifische Gewicht vorstellenden, Querlinie so lange gegen die rechte Hand hin, bis man in die Rubrik *K* zu stehen kommt, und sehe dann nach, welchem Grade dieser Gradleiter man am nächsten ist. Man wird sich so ziemlich nahe am 49sten Grade befinden, und wenn man mit Hülfe des Augenmafses diese Distanz genauer beurtheilt, sehr bald einsehen, dafs der Punkt, auf dem man stehet, mit grofser Annäherung $48\frac{5}{6}$ Grad der Gradleiter *A* beträgt. Der 56ste Grad des *Tralles*'schen Alkoholometers wird folglich gleich seyn $48\frac{5}{6}$ Grad des in der Rubrik *K* vorfindigen Alkohol - Messers des Verfassers.

§. 379.

Auf eben diese Art läfst sich aber jener 56ste Grad auch mit allen übrigen Gradleitern blofs dadurch vergleichen, dafs man die demselben zunächst liegende feine Linie von *d* nach *e* verfolgt, und nachsieht, mit welchen Graden sie korrespondirt. Man findet auf diesem Wege, dafs der in der Frage stehende 56ste Grad des *Tralles*'schen Alkoholometers auch gleich ist:

$13\frac{5}{7}$ Grad des *Baumé*'schen Araeometers nach *Gerstner's* Vergleichung.
$21\frac{2}{7}$ — des *Baumé*'schen Araeometers nach *Gilpin's* Vergleichung.
$14\frac{4}{5}$ — nach *Bentely's* Araeometer.
$12\frac{1}{2}$ — des *Holländischen* Araeometers vom Jahre 1805.
$13\frac{3}{5}$ — des *Holländischen* Araeometers vom Jahre 1792.
48 — des *Lowitz*'schen Alkoholometers.
48 — des *Richter*'schen Alkoholometers.
$48\frac{1}{2}$ — der Gradleiter *A* des bey + 16° Reaum. Temp. vom Verfasser verfertigten Alkohol - Messers.
$54\frac{6}{10}$ — der Gradleiter *B* desselben Instruments.
$48\frac{5}{6}$ — der Gradleiter *A* des neuesten Alkohol - Messers des Verfassers v. Jahre 1815.
$54\frac{7}{10}$ — der Gradleiter *B* desselben Instruments.
$57\frac{1}{2}$ — des Alkoholometers für die Oesterreichische Pharmakopoe vor dem Jahre 1812.
$62\frac{1}{4}$ — des ökonomischen Geistmessers vor dem Jahre 1812;

und endlich findet man eben so, dafs alle diese Grade eine Dichtheit bezeichnen, die dem spezifischen Gewichte von 0,920 gleich ist.

§. 380.

II. *Es ist in irgend einem Buche die Konzentration einer schwefelsauern Flüssigkeit blofs mit den Worten* „65 Grade nach Baumé" *angegeben, und man will nun wissen, wie viel diefs am spezifischen Gewichte oder am normellen Säuregehalt betrage?*

Diese Frage ist aus dem Grunde sehr schwer zu beantworten, weil man nicht weifs, wie das Araeometer, worauf sich jene Angabe gründet, beschaffen gewesen ist. Ist dasselbe der

Gerstner'schen Vergleichung entsprechend gewesen, so deutet, wie man in den Rubriken *A*, *E* und *F* von *b* bis *c* findet, der 65ste Grad auf ein spezifisches Gewicht = 1,698 und auf $77\frac{9}{11}$ pro Cent normelle Vitriol- oder $80\frac{4}{11}$ pro Cent normelle Schwefelsäure. Ist hingegen das bey der Messung dieser Säure gebrauchte Araeometer der *Gilpin*'schen Vergleichung angemessen gewesen, so wird jener Grad im spezifischen Gewichte 1,8245 betragen, und auf etwas über 92 pro Cent normelle Vitriol-Säure, oder auf $95\frac{1}{2}$ pro Cent Schwefelsäure deuten. Sollte endlich das Araeometer irgend ein Mittelding zwischen *Gerstner's* und *Gilpin's* Vergleichung gewesen seyn; so wird auch der 65ste Grad desselben diesem Verhältnisse gemäfs von den hier gefundenen Vergleichungen abweichen.

§. 381.

Man wird hieraus sattsam ersehen haben, wie schwankend und unsicher alle in *Baumé's* Graden ausgedruckten Angaben seyn können. Noch bey weitem zweifelhafter werden sie aber dann, wenn, wie man wohl auch in chemischen Schriften den Fall findet, nur schlechtweg gesagt wird: „eine Flüssigkeit habe 65 Grad am Araeometer gezeigt;" denn man kann sodann das spezifische Gewicht eben so wohl

nach *Gerstner* . . .	= 1,698
als nach *Gilpin*	= 1,8245
oder nach *Bentely* . . .	= 1,619
oder nach dem *Holländischen* Araeometer	= 1,823

finden. In solchen Fällen bleibt am Ende kein anderes Mittel übrig, als nach dem Druckorte so sehr umbestimmte Angaben enthaltender Schriften, oder nach den Aufenthaltsorten ihrer Verfasser, auch auf die Art des gebrauchten Araeometers zu schliefsen, und darnach eine von jenen Vergleichungen zu wählen; allein selbst bey dieser Vorsicht wird man gegen grobe Irrungen nie vollkommen gesichert seyn.

Anhang.

Von den Thermometern.

§. 382.

Die Ursachen jener so auffallenden Erscheinungen, die wir mit den Benennungen „*Wärme*“ und „*Kälte*“ zu bezeichnen pflegen, und von deren Daseyn wir unwillkührlich schon durch unsere Sinne täglich und stündlich belehrt werden, ist eben so merkwürdig durch ihre höchst wunderbaren Eigenschaften, als durch ihren unbegränzten Einfluſs auf alle der physischen Welt angehörigen Dinge. Einige Physiker haben als Ursache der Wärme eine eigenthümliche Materie, den *Wärmestoff* angenommen; andere hingegen wollen alle Phänomene der Wärme durch schwingende Bewegungen der kleinsten Theilchen aller natürlichen Körper erklären: und beyde Partheyen haben Gründe zur Vertheidigung ihrer Meinungen. Möge man indessen die Wärme als eine eigene Materie oder als das Resultat der schwingenden Bewegung der Körpertheilchen betrachten, so bleiben ihre Wirkungen in beyden Fällen gleich wichtig und immer dieselben; und wir überzeugen uns durch unzählige Erfahrungen: daſs sich alle Körper im Zustande erhöheter Wärme nach eigenen, und zwar nach Verschiedenheit der Körper verschiedenen, Gesetzen ausdehnen, im Zustande verminderter Wärme hingegen sich gleichmäſsig in kleinere Volumina zusammen ziehen; daſs durch diesen Wechsel selbst die kleinsten Theilchen aller natürlichen Körper in einer ewigen und sehr mannigfaltigen Bewegung erhalten werden; und daſs diese Bewegung auf das organische wie auf das unorganische Leben gleich thätig einwirket, und dadurch die Bildung wie die Zerstörung aller in der Schöpfung vorkommenden Formen befördert. Die Ueberzeugung von der Wahrheit dieser Sätze, noch mehr aber die Erfahrung: „daſs alle jene Wirkungen in dem Maſse ab- oder zu nehmen, in welchem die Wärme vermindert oder vermehrt wird, und daſs solche Veränderungen auf Künste und Gewerbe einen äuſserst wichtigen Einfluſs haben können,“ hat daher schon in den frühesten Zeiten das Bedürfniſs eines Maſsstabes für den Unterschied der Wärme fühlbar gemacht. Aber nur erst in der Hälfte des 17ten Jahrhunderts erfreute man sich der Erfindung eines Werkzeuges, mit dessen Hülfe die Unterschiede der relativen Wärme auf eine gewisser Maſsen bestimmte Weise gemessen werden konnten. Man nennet dieses Instrument: *Wärmemesser*, *Wärmezeiger*, *Thermometer* (*Thermometrum*, *Thermoscopium*).

§. 383.

Die Erfindung so wohl als die Einrichtung aller Thermometer gründet sich auf die vorhin erwähnte Eigenschaft der Wärme, vermöge welcher sie alle Körper ausdehnet, und hauptsächlich auf jenen Unterschied in der Ausdehnung, welchen man bey gleicher Wärme an verschiedenen Körpern wahrnimmt. Jedes Thermometer ist nähmlich aus zwey ungleichartigen Substanzen zusammen gesetzt, deren eine bey gleichgroſser Wärme mehr ausgedehnet wird als die andere, und man beurtheilt dabey die Ab- und Zunahme der Wärme nach der Gröſse des Unterschiedes in der Ausdehnung beyder Substanzen. Man hat solchergestalt Thermometer,

die aus zwey festen Körpern zusammen gesetzt sind, und solche, bey denen ein fester mit einem flüssigen Körper verbunden ist.

§. 384.

Die ersteren, nähmlich die aus zwey festen Körpern konstruirten Thermometer bestehen gewöhnlich aus zwey gleichlangen Metallstäben, deren einer aus Eisen, der andere hingegen aus Messing verfertiget ist, welche beyde an dem einem Ende unbeweglich mit einander verbunden sind, damit sich, bey jeder Veränderung der Wärme, der Unterschied, um welchen sich das Messing mehr ausdehnet als das Eisen, am andern Ende desto deutlicher zeigen möge. Da aber dieser ganze Unterschied dessen ungeachtet sehr gering ist, indem er bey einem Wärmegrade, welcher das Wasser sieden machen kann, nicht mehr als 0,00078 der ganzen Länge beträgt; so bringet man das freye Ende der Messingstange über diefs noch mit einem Räder- oder Hebelwerke in Verbindung, wodurch derselbe vervielfältiget und mittelst eines Zeigers auf irgend einen beliebigen Mafsstab übertragen wird. Solche Thermometer heifsen im Allgemeinen *Metall-Thermometer;* im Besonderen hingegen, und wenn sie in Form einer Sackuhr konstruirt sind, werden sie *Sack-Thermometer*, wenn sie aber mit einigen Abänderungen nach einem gröfseren Mafsstabe verfertiget und zur Messung sehr hoher Grade bestimmt sind, wohl auch *Pyrometer* genannt.

§. 385.

Die zweyte Art von Thermometern, wobey feste mit flüssigen Körpern in Verbindung kommen, hat zu ihrem einen und festen Bestandtheile immer eine durchsichtige Glasmasse, welche zur Form eines Hohlgefäfses gestaltet ist und den andern flüssigen Bestandtheil in sich aufnimmt. Man gibt diesen gläsernen Gefäfsen gemeiniglich die Gestalt einer hohlen Kugel *Taf. IV. Fig.* 50. *a*, die sich in eine enge Röhre *b c* endiget, und erreicht dadurch den wichtigen Vortheil, dafs auch sehr unbedeutende Differenzen in der Ausdehnung der Flüssigkeit, bey dem kleinen Durchmesser der Röhre *b c*, in grofsen Abständen erscheinen, und folglich auch kleine Differenzen der Wärme bemerklich machen müssen. Die Flüssigkeiten, womit diese Gefäfse gefüllet werden, sind: das Quecksilber, das Leinöhl, der Weingeist und die atmosphärische Luft, und die Thermometer heifsen dann, je nachdem sie eine oder die andere von diesen Flüssigkeiten enthalten: *Quecksilber-Thermometer*, *Oehl-Thermometer*, *Weingeist-Thermometer* oder *Luft-Thermometer*.

A. Nähere Beschreibung der bekanntesten Thermometer.

§. 386.

Um alle diese Thermometer für den Gebrauch bequemer und mit einander vergleichbar zu machen, hat man sie mit Gradleitern versehen, und diese, wie die Gradleitern der Araeometer (§. 290.), auf gewisse Fundamental-Punkte zu gründen gesucht. Die zu dieser Absicht gemachten Vorschläge und Versuche sind aber eben so zahlreich und verschieden, als jene bey der Eintheilung der Araeometer-Gradleitern. Da indessen eine ausführliche Geschichte der Thermometer nicht der Zweck des gegenwärtigen Aufsatzes seyn kann, welcher überhaupt nur dasjenige enthalten soll, was in Beziehung auf die vorausgegangene Lehre vom spezifischen Gewichte zu wissen unumgänglich nothwendig ist; so werde ich nur jene Arten von Thermometern näher beleuchten, die sich vor andern in der Anwendung erhalten haben, und nach deren Graden in chemischen und physikalischen Schriften die *Temperatur* (d. i. die Gröfse der wahrnehmbaren Wärme der Materien) gewöhnlich angegeben werden. Diese sind: das *Centesimal-Thermometer* oder das Thermometer des *Celsius*, das des *Reaumur*, das des *Fahrenheit* und das von *de l'Isle*.

§. 387.

a) Das Centesimal-Thermometer.

Das *Centesimal-Thermometer*, welches nach seinem Erfinder auch das *Celsius*'sche genannt wird, ist ein Quecksilber-Thermometer, dessen Gradleiter auf zwey Fundamental-Punkten beruhet, deren einer im gefrierenden Wasser, oder im schmelzenden Eise, der andere hingegen im siedenden Wasser gefunden worden ist. Um ein Thermometer auf diese Weise zu gradiren, wird dasselbe, nachdem es vorher in der mittleren Temperatur der Atmosphäre bis

ungefähr zum dritten Theile der Länge seiner Röhre mit Quecksilber gefüllet worden ist, in schmelzendes Eis oder in gefrierendes Wasser gesetzt, und so lange darin gelassen, bis das Quecksilber durch diesen Grad von Kälte nicht ferner zusammen gezogen wird, welches man bey der Durchsichtigkeit der Glasröhre sehr leicht durch das Gesicht beobachten kann. Der Punkt, bis zu welchem das Quecksilber unter diesen Umständen einsinket, *Taf. IV. Fig. 50. d*, wird an der Röhre mit o bezeichnet, und *Eispunkt*, *Frostpunkt*, *Gefrierpunkt* genannt. Dann setzet man das Thermometer in siedendes Wasser, und der Punkt, bis zu welchem hierbey das Quecksilber in der Röhre hinauf steiget, *e*, und den man mit der Zahl 100 bezeichnet, heifst: der *Siedepunkt*. Den Raum zwischen diesen beyden Fundamental-Punkten *d e* theilet man in 100 gleiche Grade, und trägt endlich eben so grofse Grade auch unterhalb o auf den zwischen dem Gefrierpunkte und der Kugel des Thermometers befindlichen Theil der Röhre *d f*.

§. 388.

Man erhält solchergestalt eine hunderttheilige Skale, mit deren Hülfe man alle vorkommenden Modifikationen der Wärme vom Gefrierpunkte des Quecksilbers bis zum Siedepunkte des Wassers messen kann. Die oberhalb o stehenden Grade werden dahey als *positiv* betrachtet, und mit dem Zeichen + (*plus*) vereiniget; die Grade unterhalb o hingegen sieht man als *negativ* an, und setzet denselben das Zeichen — (*minus*) vor. Auch pfleget man in der Thermometer-Sprache das Wort „*Grade*" um der Kürze willen blofs mit ° zu bezeichnen. Wenn folglich in irgend einer Angabe geschrieben wird: „es sey die Temperatur = + 15° gewesen," so sieht man daraus, dafs der oberhalb o befindliche 15te Grad gemeint ist; so wie im Gegentheile, wenn „— 15°" gesagt oder geschrieben worden wäre, daraus abzunehmen seyn würde, dafs der 15te Grad unterhalb o zu verstehen sey.

§. 389.

Diese Art von Gradleitern hat sich zuerst in Schweden, woselbst ihr Begründer *Celsius* lebte *), verbreitet, und ist daher auch unter dem Nahmen der *schwedischen Skala* bekannt. In der neueren Zeit hat sie jedoch, durch die Zweckmäfsigkeit der hunderttheiligen Eintheilung mit Recht auch unter den Gelehrten aller andern Länder so vielen Beyfall gefunden, dafs sie nunmehr allenthalben anzutreffen ist.

§. 390.

b) *Reaumur's Thermometer.*

Das *Reaumur*'sche Thermometer war ursprünglich mit Weingeist gefüllet, und seine Gradleiter nach einer ganz eigenthümlichen Methode eingerrichtet worden **); allein späterhin hat man, und zwar hauptsächilich um jene Mängel, die allen Weingeist-Thermometern überhaupt eigen sind, zu beseitigen, nach und nach so viele Abänderungen damit vorgenommen, dafs dasselbe den Nahmen eines *Reaumur*'schen Thermometers nun gar nicht mehr verdient. Das Instrument, welches man gegenwärtig unter diesem Nahmen kennet, und welches, weit richtiger, auch *achtzigtheiliges Quecksilber-Thermometer* genannt wird, ist ein dem vorhin beschriebenen (§. 387.) ähnliches Quecksilber-Thermometer, und unterscheidet sich von demselben blofs dadurch, dafs in seiner Gradleiter der Raum zwischen den beyden Fundamental-Punkten in 80 gleiche Grade getheilt, und dabey der Frostpunkt mit o, der Siedepunkt des Wassers hingegen mit 80 bezeichnet wird.

§. 391.

Dieses Thermometer ist vorzüglich in Frankreich, Italien, im südlichen Deutschland und in Oesterreich bekannt.

*) Schwedische Abhandlungen. 1742. S. 197.

**) Mémoir. de l'Academie de Paris. 1730. p. 452 sqq. 1731. p. 250.

§. 392.

c) Fahrenheit's Thermometer.

Auch das *Fahrenheit*'sche Thermometer war Anfangs mit Weingeist gefüllet; allein bald gab *Fahrenheit* — der erste Begründer vergleichlicher Thermometer — selbst dem Quecksilber den Vorzug, welches auch von jener Zeit an, also seit mehr als 100 Jahren *) beybehalten worden ist. Die Eintheilung der Gradleiter an diesem Insrumente ist aber wesentlich verschieden von den beyden vorhin erwähnten; denn *Fahrenheit* gründete sie auf zwey ganz eigene Fundamental-Punkte, indem er alle Differenzen der Wärme auf diesem Wege umfassen zu können wähnte **). Er setzte nähmlich den einen Fundamental-Punkt seines Thermometers dahin, wohin das Quecksilber bey der nach seiner Meinung möglich höchsten Kälte sank, die er im strengen Winter des Jahres 1709 in Danzig bemerkt hatte, aber auch künstlich, durch Vermischung von gleichen Theilen Salmiak und Schnee, so oft er wollte, hervorbringen konnte. Zum zweyten Fundamental-Punkte hingegen machte er den Siedepunkt des Quecksilbers, und theilte den Raum zwischen beyden in 600 gleiche Grade. Sein Thermometer bezeichnet demnach mit 0 jenen *künstlichen Frostpunkt*, mit dem 32ten Grade aber den natürlichen Gefrierpunkt (welcher nach *Reaumur* und *Celsius* = 0 ist), mit dem 212ten Grade den Siedepunkt des Wassers, und endlich mit dem 600ten Grade den Siedepunkt des Quecksilbers.

§. 393.

Dieses Thermometers, welches zum gewöhnlichen Gebrauche immer nur bis zu 212°, d. i. bis zum Siedepunkte des Wassers, ausgeführt wird, bedient man sich ausschliefslich in England, aber häufig auch im nördlichen Deutschland.

§. 394.

d) De l'Isle's Thermometer.

Das Thermometer, welches *de l'Isle* der Akademie der Wissenschaften zu Petersburg im Jahre 1733 vorlegte ***), unterscheidet sich von allen vorhin beschriebenen dadurch, dafs seine Gradleiter nur von einem Fundamental-Punkte abgeleitet wird, und dafs dabey dieser Punkt, der Siedepunkt des Wassers, mit 0 bezeichnet ist, von welchem dann die Grade in einer fortlaufenden Reihe abwärts gezählt werden. Der natürliche Gefrierpunkt des Wassers trifft an dieser Skala auf den 150sten Grad, woraus sich das Verhältnifs dieser Eintheilung zu den übrigen Gradleitern folgern läfst.

§. 395.

Bey der Verfertigung solcher Instrumente finden sich aber so viele Schwierigkeiten, dafs sich nur wenige Künstler mit dieser über diefs noch sehr mühsamen und weitläuftigen Methode befasset haben. Auch hat die Eintheilungsweise der Gradleitern, weil sie die Zunahme der Wärme durch abnehmende Zahlen, und also positive durch negative Gröfsen ausdruckt, sehr wenig Beyfall gefunden; die *de l'Isle*'schen Thermometer sind daher auch nur in Rufsland, und selbst dort nicht allgemein, zur Anwendung gekommen.

B. Anwendung der Thermometer.

§. 396.

Die Anwendung der Thermometer beziehet sich immer auf folgende zwey Fälle: entweder man will *die Gröfse der wahrnehmbaren Wärme* an irgend einem Orte oder Körper *erforschen*, oder man will die *Temperatur* irgend einer Materie *reguliren*, d. i., ihre Wärme bis zu

*) *Muschenbroek* Introd. Tom. II. §. 1568.

**) Philosoph. Transact. 1724. Nro. 381. p. 1. sqq.

***) Mémoir. pour servir à l'hist. et aux progrès de l'astr. et de la géographie phys. à St. Petersbourg. 1738. 4. p. 267.

einem bestimmten Grade erhöhen, oder herab setzen. In beyden Fällen müssen, wie man wohl einsieht, die Thermometer unmittelbar mit jenen Dingen, deren Temperatur man erforschen oder reguliren will, in Berührung kommen.

§. 397.

Fälle der ersten Art kommen zwar vorzüglich in der Naturlehre, und ins Besondere bey der Witterungskunde vor, wobey man häufig die Temperatur der Atmosphäre, des Wassers in den Brunnen, den Flüssen, den Quellen u. s. w. und anderer Körper zu prüfen hat; oft aber sind solche Untersuchungen auch in den Künsten und Gewerben von sehr großem Nutzen, indem sie unsere Beobachtungen über die dabey vorkommenden Erscheinungen, wesentlich unterstützen und verschärfen können. Das Thermometer wird bey solchen Versuchen jedes Mahl in die zu untersuchenden Luftarten oder Flüssigkeiten eingetaucht, oder, wenn die zu prüfenden Körper fest sind, darauf gelegt und so lange in dieser Lage gelassen, bis die Quecksilbersäule des Thermometers unbeweglich auf einer Höhe stehen bleibt, und dadurch die Temperatur des untersuchten Körpers anzeiget.

§. 398.

Fälle der zweyten Art hingegen finden sich häufig in den Künsten und Gewerben, manches Mahl wohl auch im gemeinen Leben, und auch in diesen Fällen wird das Thermometer mit den zu regulirenden Körpern in Berührung gebracht, dann aber denselben so lange Wärme entzogen oder zugeführt, bis die beabsichtigte Temperatur erreicht ist. So regulirt man z. B. die Temperatur der Wohnzimmer, indem man die Thüren und Fenster verschliefst, dann das Thermometer im Innern derselben aufhänget, und so lange mittelst eines Ofens einheitzen läfst, bis jenes den festgesetzten Grad der Wärme zeiget. Man regulirt ferner die Wärme der Bäder, indem man heifses und kaltes Wasser in dem Verhältnisse zusammen mischet, dafs der beliebige und an dem eingetauchten Thermometer bemerkbare Grad der Wärme entstehet. In den auf die Chemie gegründeten Künsten, z. B. bey Gährungsprozessen, die nur bey gewissen bestimmten Wärmegraden gelingen, setzt man mit Hülfe des Thermometers, so wohl die Wärme der gährenden Flüssigkeiten, durch Vermischung mit wärmeren oder kälteren Flüssigkeiten, als die Temperatur der die Operations-Gefäfse umgebenden Luft, entweder durch Heitzung oder durch Luftzüge, oder auch durch Ströme kalten Wassers, die man durch die Laboratorien leitet, auf die beabsichtigten Grade. Auch regulirt man, wie wir im zweyten Abschnitte dieses Werkes gesehen haben, die Temperatur solcher Flüssigkeiten, deren spezifische Gewichte man unter festgesetzten Wärmegraden bestimmen will, indem man die Kugel des Thermometers in dieselben eintauchet, und sie dann, je nachdem sie zu kalt oder zu warm gewesen sind, in schicklichen Gefäfsen entweder in warmes oder in kaltes Wasser setzet, und so lange daselbst stehen läfst, bis sie die beabsichtigte Temperatur erlangt haben. Bey allen solchen Versuchen müssen aber jene Flüssigkeiten mehrere Mahle durch einander gerührt oder gerüttelt werden; denn sonst steigen die wärmeren Theile derselben in die Höhe, während die kälteren zu Boden sinken, und man findet dann, je nachdem man das Thermometer mehr oder weniger tief eingetaucht hat, die Temperatur irriger Weise höher oder niedriger, als sie im Ganzen wirklich ist.

§. 399.

Das Thermometer ist also nicht nur in Absicht auf interessante Belehrung, sondern auch in Beziehung auf unsere physischen Bedürfnisse, ein höchst nützliches Instrument, indem dasselbe in vielen Fällen eine Sicherheit in unsere Arbeiten bringet, die auf andern Wegen kaum zu erreichen wäre. Bey allen solchen Versuchen, und vorzüglich bey der schriftlichen Angabe ihrer Resultate, ist es aber nothwendig, jedes Mahl genau zu bemerken, von welcher Art das dabey gebrauchte Thermometer gewesen ist; weil widrigen Falls durch die verschiedene Eintheilung der Gradleitern, wobey dieselbe Anzahl von Graden, je nachdem ein oder das andere Thermometer verwendet worden ist, sehr verschiedene Verhältnisse der Wärme bezeichnet, grofse Irrungen entstehen könnten. Man pflegt daher jeder solchen Angabe auch den Anfangsbuchstaben vom Nahmen des Erfinders, dessen Thermometer gebraucht worden ist, beyzufügen, und schreibt demnach statt *plus* 14 *Grad Reaumur's Temperatur* ganz kurz: + 14° Reaum. Temp., oder auch: + 14° R. T.; statt *minus* 20 *Grad des Centesimal-Thermometers* eben so: — 20° C. T., und statt *plus* 68 *Grad Fahrenheit's Temperatur* blofs: + 68° F. T. Nicht selten, und besonders dann, wenn es der Context erforderlich machet, läfst man wohl auch das Wort „*Temperatur*" gänzlich hinweg, und schreibt blofs: + 14° R.; — 20° C.; + 68° F.

C. Vergleichung mehrerer Thermometer - Gradleitern.

§. 400.

Da man sich nun aber, wie oben bereits angeführt worden ist, in verschiedenen Ländern verschiedener Thermometer bedient, da ferner selbst in den Werken der Gelehrten die Temperaturen bald nach einer, bald nach der andern Gradleiter angegeben werden, und gleichwohl nicht jedermann alle diese Thermometer vorräthig hält; so wird es oft nöthig, die Grade des einen in die Grade des andern Thermometers zu verwandeln. Man bewerkstelliget dieses dadurch, dafs man jene Anzahl von Graden, welche an verschiedenen Thermometern den Abstand zwischen dem Frost- und Siedepunkte ausfüllet, mit einander vergleicht und so ihr gegenseitiges Verhältnifs bestimmt. Dabey findet man, dafs

100° C. = sind 80° R., = 180° F., = 150° L. (de l'Isle's).

Es ist demnach auch:

$1°$ C. = $\frac{4}{5}°$ R., = $1\frac{4}{5}°$ F., = $1\frac{1}{2}°$ L.
$1°$ R. = $2\frac{1}{4}°$ F., = $1\frac{7}{8}°$ L., = $1\frac{1}{4}°$ C.
$1°$ F. = $\frac{5}{6}°$ L., = $\frac{5}{9}°$ C., = $\frac{4}{9}°$ R.
$1°$ L. = $\frac{2}{3}°$ C., = $\frac{533}{1000}°$ R., = $1\frac{1}{5}°$ F.

Wenn folglich die Grade irgend eines Thermometers in die des andern übersetzt werden sollen, so erreicht man diese Absicht bey jenen Instrumenten, die einen gemeinschaftlichen Nullpunkt haben, dadurch, dafs man aus diesen Verhältnissen die Regel de tri formirt, und dabey die zu vergleichende Anzahl von Graden zum dritten Gliede machet (§. 22) u. s. w. Schwieriger hingegen ist die Beantwortung solcher Fragen in dem Falle, wenn die beyden Thermometer, deren Grade verglichen werden sollen, so beschaffen sind, dafs ihre Skalen an verschiedenen Punkten zu zählen angefangen werden; denn es müssen dabey diese Differenzen berücksichtiget, und nach Umständen, entweder addirt oder subtrahirt werden. Man hat daher längst schon zu dieser Absicht eigene Tafeln entworfen, in denen die Vergleichung aller einzelnen Grade aufgestellt und also ohne alle Rechnung zu finden ist.

§. 401.

Solche Vergleichungstafeln drucken die gegenseitigen Verhältnisse mehrerer Gradleitern entweder durch Zahlen oder durch Längenmafse aus. Die ersteren werden gewöhnlich in Büchern aufgestellt, und sind bey weitem genauer, weil man die Vergleichung durch gebrochene Zahlen bis ins Unendliche verschärfen kann. Die letzteren hingegen pflegt man, auf Holz, Papier, Messing oder Glas gezeichnet, unmittelbar an die Thermometer selbst zu befestigen, welche sodann *Vergleichungs - Thermometer* genannt werden. Diese sind, obgleich minder scharf, für den gemeinen Gebrauch bequemer: weil man mit einem einzigen Ueberblicke alle in denselben aufgestellten Gradleitern übersehen und vergleichen kann. Vergleichungstafeln der ersten Art findet man in vielen chemischen und physikalischen Werken *); eine andere der zweyten Art hingegen ist im zweyten Theile *Taf. V. Fig.* 52. beygefügt.

§. 402.

Bey der Einrichtung dieser Vergleichungstafel habe ich die Centesimal - Skale mit der sichern Voraussetzung, dafs sie früher oder später der Mafsstab aller Gelehrten werden kann, als Basis angenommen, und die Grade derselben in feinen durch die ganze Breite der Tafel laufenden Linien, *Taf. V. Fig.* 52. *a b c d*, angedeutet. Die andern zu vergleichenden Gradleitern hingegen sind, nach denselben Grundsätzen, die ich auch bey der Darstellung meiner Vergleichungstafel der verschiedenen Araeometer - Gradleitern befolgt habe (§. 377.), solchergestalt in diese Tafel eingetragen, dafs jeder einzelne Grad dahin gezeichnet worden ist, wo-

*) Einige der ausführlichsten sind in folgenden Werken anzutreffen:

J. C. Yelin's Experimental - Naturlehre. Anspach. 1796. S. 302.

K. A. Neumann's Lehrbuch der Chemie. Leipzig 1810. S. 325.

Dr *W. Henry's* Grundrifs der theoretischen und praktischen Chemie. Aus dem Englischen übersetzt von *F. Wolff.* Berlin 1812. II. B. S. 203.

hin er vermöge seinem Verhältnisse zur Centesimal-Skala wirklich gehöret. Die erste mit *R* bezeichnete Rubrik enthält demnach die Gradleiter nach *Reaumur*; die zweyte, mit *F* überschriebene, die nach *Fahrenheit*, und die dritte mit *L.* bezeichnete endlich die des *de l'Isle*. Wenn nun irgend eine Vergleichung angestellt werden soll, so darf man blofs den zu vergleichenden Grad aufsuchen, um sogleich auch mit einem Blicke zu finden, wie er sich zu allen andern in der Tafel aufgestellten Gradleitern verhält. Man wird diese Vergleichungen schon durch das Augenmafs, noch gewisser aber mit Hülfe eines Zirkels sehr leicht bis zu $\frac{1}{10}$ eines Grades verschärfen können; eine Annäherung, die in der Praxis um so gewisser mehr als hinreichend ist, als die Uebereinstimmung der besten Thermometer in den meisten Fällen kaum bis zu $\frac{1}{4}$° reichet, bey den minder sorgfältig bearbeiteten hingegen nicht selten Differenzen von 2, 3 und mehr Graden zuläfst.

D. Einige allgemeine Bemerkungen über die Gradleitern der Thermometer.

§. 403.

Alle bis auf die gegenwärtige Zeit in Anwendung gebrachten Thermometer sind, wie wir bemerkt haben, mit gleichtheiligen Gradleitern versehen worden, die man nach denselben Regeln, welche Anfangs auch bey der Konstruktion der Araeometer befolgt worden sind, von einigen willkührlich angenommenen Fundamental-Punkten abgeleitet hat. Da aber gleiche Ursachen unter übrigens gleichen Umständen auch gleiche Wirkungen hervorbringen müssen, so folgt daraus, dafs man an unsern Thermometern dieselben Mängel wieder findet, die ich vorhin (§. 337.) an den gleichtheiligen Araeometer-Gradleitern erwiesen habe. Ihre Gradleitern können nähmlich weder

1. genau mit einander überein stimmen, noch
2. die wahren Unterschiede der Wärme bezeichnen.

§. 404.

Der erste und durch die Erfahrung nur zu sehr bestätigte Fehler, Mangel an Uebereinstimmung, entstehet, wie bey den Araeometern (§. 337.), lediglich aus den Abweichungen der Glasröhren von der Cylinder-Form; es mufs demselbem folglich ebenfalls durch jene Mittel begegnet werden, die ich in der Abhandlung von den Araeometern (§. 340) gezeigt habe. Es müssen nähmlich diese Abweichungen genau untersucht, und denselben dann auch die Eintheilungen der Gradleitern angemessen werden; woraus aber folgt, dafs, wenn auch eine einmahl angenommene Normal-Gradleiter gleichtheilig wäre, alle andern mit derselben überein stimmenden Gradleitern ungleiche Grade erhalten können.

§. 405.

Der zweyte Fehler hingegen, der nähmlich, dafs unsere Thermometer mit ihren Graden nicht die wahren Unterschiede der Wärme bezeichnen können, liegt ganz allein in der gleichtheiligen Eintheilung der Gradleitern, und würde selbst dann noch Statt finden, wenn alle Glasröhren, deren man sich zur Verfertigung der Thermometer bedient, wirklich vollkommen cylindrisch wären; denn gleiche Unterschiede in der Wärme bringen keineswegs, wie man fälschlich vorausgesetzt hat, auch gleiche Unterschiede in der Ausdehnung hervor; sondern diese nimmt, bey gleichen Intervallen in der Vermehrung der Wärme, nach den Gesetzen einer aufsteigenden Progression immer mehr zu, und ist endlich in der höheren Temperatur bey weiten gröfser als in der niedrigeren. *De Luc* *) hat dieses schon vor mehreren Jahren erwiesen, und mit einiger Aproximation gezeigt, in wie fern die gleichtheilige Gradleiter von jener abweichet, welche gleiche Unterschiede in der Wärme bezeichnen könnte. In der neueren Zeit aber hat *Dalton* **) diesen Gegenstand wiederhohlt aufgefafst, und den Plan zu einer neuen Thermometer-Skale entworfen, welche mit ihren Graden unmittelbar die wahren und gleichgrofsen Intervalle der Wärme anzeigen soll, und der Wunsch, diese realisirt zu sehen, wird täglich allgemeiner. Wir können also wohl bald dem Erscheinen eines *aequidifferentialen*

*) *De Luc* Recherches sur les Modific. de l'Atmosphère. 1772. p. 309.

**) *Dalton's* neues System des chemischen Theils der Naturlehre. Aus dem Englischen übersetzt von *Wolff*. Berlin 1812. B. I. S. 17 u. 243.

Thermometers entgegen sehen, dessen Gradleiter nach *Dalton* eine gerade aufsteigende geometrische Progression bilden wird. Es ist jedoch zu wünschen, daſs man sich bey diesem nützlichen und wichtigen Unternehmen nicht übereilen, und die Zahl der Thermometer mit einem neuen Instrumente vermehren möge, welches vielleicht nach einigen Jahren neuerdings korrigirt werden müſste. Meiner Meinung nach wird es folglich, bey aller Achtung für *Dalton's* Angaben und Versuche, nöthig seyn, ehe und bevor man ein solches Thermometer begründet, die von *Dalton* angestellten Versuche sorgfältig zu wiederhohlen, und vor allen Dingen zu untersuchen: ob das in der Progression der neuen Gradleiter vorwaltende Gesetz der Ausdehnung nicht — wie ich mit Grund vermuthe — *parabolisch* seyn werde? Dieſs Wenige einstweilen zur Antwort für jene unter meinen verehrten Freunden, die mich aufgefordert haben, die Darstellung des *Dalton*'schen Thermometers zu versuchen, und dabey auch meine Methode zur Berichtigung der aus der Ungleichförmigkeit der Glasröhren entspringenden Abirrungen in Anwendung zu bringen. Gelingt es mir aber in der Folge, eine den bey der Auflösung dieser Aufgabe vorkommenden Schwierigkeiten angemessene Muſse zu gewinnen, so werde ich derselben meine Zeit gern mit dem Eifer und mit der Liebe widmen, die ich auch in meinen übrigen Arbeiten beurkundet zu haben glaube.

Verbesserungen.

Seite 1. Zeile 13 ist zu lesen: gegebenem, statt gegebenen. Z. 14 demselben st. ihm. S. 3. Z. 25 aequale st. aequalis. S. 21. Z 27 30 st. 20. S. 22. Z. 22 0,47624 st. 0,47,624 S. 28. Z. 51 Temp. st Therm. S. 65. Z. 29 könne st. können. Z. 31 derselbe st. sie. Z. 31 werde st. werden. S 66. Z 19 Erforschung st. Frforschung. S. 78. Z. 25 schwimmenden st. schwimmende. S 79. Z. 18 Procente st. pro Cente. S. 80. Z. 28 Procente st. pro Cente. S 82 Z. 15 Procenten st. Procent. S. 85. Z. 44 nenne st. nennen. S. 94 Z. 10 worden st. werden. S. 118. Z. 13 Gewicht st. Gewichte. S. 133. Z. 1. eigene st. einige. Z. 19 Atkin st. Atkins. S. 145. Z. 35 Raumveränderungen, st. Raumveränderungen. S. 154. Z. 43 wird st. werden.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Meissner, Paul Traugott,

Die Araeometrie in ihrer Anwendung auf Chemie und Technik

Bd.: 1

Wien (1816)

2 Phys.sp. 18-1/2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11021520-5